COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observatoires chronométriques pour la marine marchande;* par M. FAYE.

« On s'occupe actuellement en divers pays de l'établissement d'observatoires spéciaux destinés à l'étude des chronomètres de la marine. Le nombre toujours croissant des vaisseaux qui sillonnent les mers et les conditions de rapidité également croissante qui s'imposent aujourd'hui aux navigateurs ont conduit à la pensée de ces créations, dont le syndicat des marchands de Liverpool a donné le premier exemple. Le succès a d'ailleurs justifié la pensée des intelligents fondateurs de l'observatoire chronométrique de ce grand port de commerce, et M. Hartnup, son éminent directeur, a pu dire dernièrement à la Société Royale astronomique de Londres, en rendant compte des résultats obtenus dans cette voie nouvelle :

« L'observatoire possède actuellement une ample collection de renseignements sur la manière dont nos chronomètres se comportent à la mer. Probablement peu de personnes se doutent du degré de précision qu'on peut atteindre aujourd'hui dans la détermination des longitudes en mer, quand on applique les corrections dues aux changements de marche

par l'effet de la température. Sur soixante chronomètres qui ont été *dernièrement* rapportés à l'observatoire après des voyages dont la durée moyenne est de cent dix jours, la moitié de ce nombre n'a présenté qu'une erreur de $9^s,3$, c'est-à-dire $2\frac{1}{2}$ milles géographiques à l'équateur, après un voyage de près de quatre mois. »

» Le procédé suivi par M. Hartnup consiste à soumettre les chronomètres qui lui sont confiés, par les nombreux navires touchant à Liverpool, à diverses températures constantes de 55, 70 et 85 degrés F. dans des étuves convenables, et à déterminer exactement leur marche à ces diverses températures. Il en déduit, par le calcul, les constantes a, c, τ de la formule

$$a + c(\theta - \tau)^2,$$

qui représente les marches observées à des températures quelconques θ, et qui sert à corriger ce que les horlogers appellent l'*erreur secondaire*. On en tire une petite Table de corrections et l'on joint cette Table au chronomètre, lorsque celui-ci est rendu au commandant du navire, à l'époque de son départ. Rien de plus simple, dès lors, que d'appliquer cette correction à toutes les indications du chronomètre pendant les voyages où celui-ci est souvent soumis à des variations considérables de température. Cette pratique, introduite peu à peu dans la marine anglaise, y est aujourd'hui tout à fait populaire.

» Cet exemple va être suivi dans d'autres pays, particulièrement en Allemagne. Dans ces pays les marins n'ont pas, comme à Liverpool, des étuves et des observatoires à leur disposition [1]; ils en sont réduits, comme les nôtres, à attendre que les vicissitudes des saisons ou les changements de climat amènent les fortes variations de température dont on a besoin pour déterminer avec quelque sûreté les constantes de la correction thermométrique, et, en attendant qu'ils aient réuni ces éléments, il leur faut naviguer avec des chronomètres non corrigés.

» Disons-le d'ailleurs, les marins n'ont guère le temps de se livrer aux calculs minutieux que cette manière de procéder entraîne : aussi l'établissement d'observatoires pareils à celui de Liverpool est-il aujourd'hui considéré comme un auxiliaire indispensable de la grande navigation. Cela étant, l'Académie accueillera, je l'espère, le vœu que j'exprime que notre marine ne soit pas privée plus longtemps d'une ressource que nos rivaux étrangers possèdent déjà où vont se donner, ressource dont une longue

---

(1) Il y a déjà à Hambourg un observatoire chronométrique destiné à la marine marchande, mais je n'en connais pas bien l'organisation.

expérience a démontré l'efficacité. Sans doute, si le gouvernement ou nos Chambres de commerce, ces analogues du syndicat des marchands de Liverpool, accueillaient ma suggestion, il faudrait créer de nouveaux observatoires; mais, en spécialisant ces observatoires comme à Liverpool, on n'aurait pas de bien lourds sacrifices à s'imposer. Un bon observateur, placé par ses titres scientifiques à l'abri de tout soupçon d'incompétence et de partialité, deux bonnes pendules, une lunette méridienne et quelques étuves, voilà à quoi se réduirait l'organisation de ces établissements, dont on doterait les ports les plus importants. Marseille et Bordeaux ont déjà leurs observatoires astronomiques; quant aux autres, on simplifierait cette organisation en y envoyant télégraphiquement l'heure de Paris, ainsi que M. l'amiral Mouchez l'a proposé récemment dans un autre but.

» Si notre pays adoptait cette pratique, sanctionnée, je le répète, par l'expérience de l'étranger, ce ne serait pas de sa part une simple imitation, une copie servile de ce qu'on fait ailleurs, car l'idée première de ce progrès nous appartient. Les marins anglais qui emploient chaque jour la formule et les données de l'observatoire de Liverpool ne sont pas obligés de savoir qu'elle est due à un Français, M. Lieussou, mais nous devons le rappeler ici. Il faut aussi qu'on sache dans la marine que l'Académie des Sciences, saisie de cette belle et utile découverte, lui a accordé son approbation il y plus d'un quart de siècle, sur le rapport de MM. Arago, Duperrey et Laugier. Bien plus, elle a été appliquée en France pendant quelques années, non pas, il est vrai, pour le commerce, mais pour les vaisseaux de l'État, par les savants collègues de Lieussou, au Dépôt des Cartes de la marine.

» Comment se fait-il que la découverte de Lieussou soit tombée en désuétude dans notre pays, tandis qu'elle était accueillie avec faveur et pratiquée en Angleterre? C'est ce que je vais tâcher d'expliquer.

» Pour encourager l'horlogerie de précision le gouvernement français a, depuis longtemps, établi un concours de chronomètres et décerne chaque année quelques prix. Les chronomètres présentés pour ce concours étaient autrefois déposés à l'Observatoire de Paris. Les astronomes de cet établissement les comparaient chaque matin avec la pendule de temps moyen; j'ai moi-même fait cela pendant neuf ans. M. Arago nous recommandait de noter soigneusement la température des armoires où ces pièces délicates étaient enfermées. Le calcul des marches se faisait au Dépôt de la marine. M. Lieussou, ayant en main de longues séries de ces excellentes observations, se proposa d'étudier expérimentalement l'influence de la cha-

leur. Il reconnut ainsi, en opérant sur un très-grand nombre de chronomètres, qu'elle est proportionnelle au carré de la température comptée à partir d'un certain degré thermométrique. C'est justement la formule dont nous venons de parler et dont on fait un si grand usage en Angleterre. Mais il voulut aller plus loin et étudier aussi l'influence de l'épaississement des huiles, qui augmente plus ou moins avec le temps. Il fut conduit, par là, à joindre à l'expression mathématique de la loi précédente un terme proportionnel au temps t, ce qui donne pour la marche

$$a + bt + c(\theta - \tau)^2.$$

» Cette addition n'a pas été heureuse. La loi de la variation de la marche avec le temps n'est pas une fonction simple du temps, ou, pour mieux dire, il n'y a pas là de loi dans le sens ordinaire du mot. Les valeurs numériques qu'on déterminait au Dépôt, pour la formule complète de Lieussou, devaient donc pécher par ce côté-là. Effectivement elles ne satisfirent pas les marins de notre flotte militaire. Il en résulta des réclamations nombreuses, fatigantes. Finalement le Dépôt des Cartes dut renoncer à fournir plus longtemps des éléments de correction dont nos officiers se plaignaient trop souvent, et finit par leur laisser le soin de les déterminer à leur guise. Si la formule de Lieussou a eu plus de succès et de crédit en Angleterre et a pénétré même dans la pratique courante de la marine marchande, c'est que nos voisins l'ont réduite à sa partie essentielle et vraie, c'est-à-dire à celle qui donne la correction due à la température, abandonnant tout à fait la partie incertaine, c'est-à-dire ce qui dépend de l'altération des huiles et des autres troubles qui se manifestent avec le temps. N'est-ce pas là aussi ce que nous pourrions faire en France, non plus pour la marine de l'État qui sait se suffire à elle-même, mais pour la marine du commerce qui a un si grand intérêt à n'être pas moins bien pourvue que ses rivales?

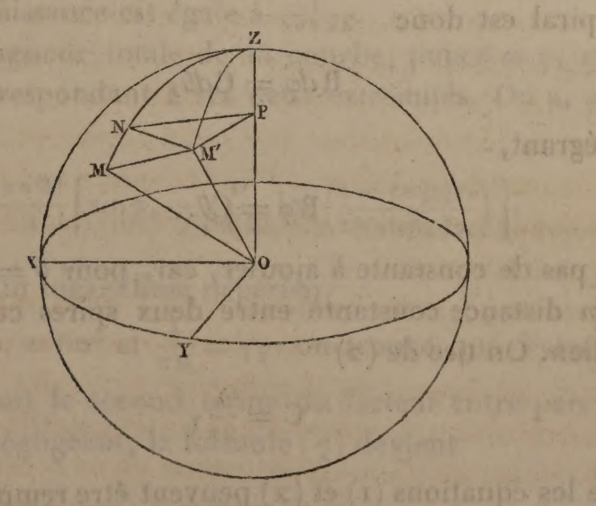
» En terminant, je ferai remarquer qu'il ne s'agit pas ici d'observatoires chronométriques fondés, comme celui de notre savant collègue M. Hirsch, à Neuchâtel, en faveur de l'horlogerie ordinaire. Sous ce rapport nous n'aurons bientôt rien à envier à nos voisins, car le gouvernement a déjà ordonné la fondation d'un établissement de ce genre, dans la région française où il peut rendre effectivement des services sérieux. Je n'ai ici en vue que l'intérêt de la marine marchande et de nos principaux ports de commerce. Dans cet intérêt même, qui doit être toujours présent à l'esprit d'un membre du Bureau des Longitudes, je consignerai ici l'appréciation

d'un navigateur anglais, qui disait dernièrement, à la Société astronomique de Londres, en rendant un compte minutieux des résultats obtenus dans une série de voyages de Liverpool à Calcutta : « L'expérience a démontré » que la formule d'Hartnup rend d'inestimables services pour déterminer » la longitude en mer. » Lisez, messieurs, la formule de Lieussou. Après cela on ne jugera peut-être pas trop prématuré en France qu'on vienne vous proposer de tirer enfin parti d'une idée qui a trouvé sa première expression dans un pli cacheté déposé au Secrétariat de l'Académie des Sciences, il y a cent vingt-cinq ans, par notre célèbre horloger Pierre Leroy, sa formule mathématique dans les travaux d'un de nos savants ingénieurs hydrographes, M. Lieussou, il y a un quart de siècle, et sa confirmation dans l'épreuve faite pendant vingt ans par la plus puissante marine du monde. »

MÉCANIQUE. — *Du spiral réglant sphérique des chronomètres.* Note de M. PHILLIPS.

« On emploie quelquefois, rarement il est vrai, pour les chronomètres, des spiraux sphériques. Je me suis proposé, dans la présente Note, d'en établir la théorie et peut-être d'en améliorer le fonctionnement, d'après les principes de la théorie générale du spiral réglant.

» Soient OX, OY et OZ trois rayons de la sphère formant trois axes



rectangulaires. L'axe OZ coïncide avec l'axe du balancier et l'axe OX passe par le point X, où la courbe du spiral rencontre le plan XOY de l'équateur.

» Concevons un élément quelconque MM′ du spiral, les deux arcs de grand cercle MZ et M′Z passant respectivement par les points M et M′, et enfin l'élément M′N du parallèle compris entre ces deux arcs de grand cercle et dont le centre est en P.

» Posons les notations suivantes :

R, rayon de la sphère;
θ, angle des méridiens MOZ et XOZ ou longitude de MOZ;
$\theta + d\theta$, angle des méridiens M′OZ et XOZ;
φ, complément de l'angle MOZ ou latitude du point M;
$\varphi + d\varphi$, latitude du point M′;
$r =$ M′P, rayon du parallèle M′N;
ds, longueur de l'élément MM′;
x, y, z, coordonnées du point M;
$x + dx$, $y + dy$, $z + dz$, coordonnées du point M′.

» Nous admettrons que la loi de construction de la courbe du spiral consiste en ce que la distance entre deux spires consécutives, mesurée sur un même méridien, est constante, quelles que soient ces deux spires et quel que soit ce méridien. Il résulte de là qu'on a

$$\frac{\mathrm{MN}}{\mathrm{NPM'}} = \mathrm{C},$$

en désignant par C une certaine constante. L'équation différentielle de la courbe du spiral est donc

$$(1) \qquad \mathrm{R}\,d\varphi = \mathrm{C}\,d\theta,$$

d'où, en intégrant,

$$(2) \qquad \mathrm{R}\varphi = \mathrm{C}\theta.$$

» Il n'y a pas de constante à ajouter, car, pour $\theta = 0$, on a $\varphi = 0$.

» Soit λ la distance constante entre deux spires consécutives sur un même méridien. On tire de (2)

$$(3) \qquad \mathrm{C} = \frac{\lambda}{2\pi},$$

de sorte que les équations (1) et (2) peuvent être remplacées par les deux suivantes :

$$(4) \qquad \frac{2\pi \mathrm{R}}{\lambda}\,d\varphi = d\theta$$

et

(5) $$\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi = \theta.$$

» Le triangle élémentaire MM′N étant rectangle en N, on a

$$ds = \sqrt{R^2 d\varphi^2 + r^2 d\theta^2}.$$

» Remplaçant r par sa valeur $R\cos\varphi$ et $d\theta$ par sa valeur (4), il vient

$$ds = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\cos\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{4\pi^2 R^2\cos^2\varphi}\right)^{\frac{1}{2}} d\varphi.$$

» En développant et conservant seulement les deux premiers termes de la série, on a donc

(6) $$ds = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\cos\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2\cos^2\varphi}\right) d\varphi.$$

» Cette approximation est très-suffisante. En effet, elle revient à négliger, en présence de l'unité, la quatrième puissance et les puissances supérieures de $\frac{\lambda}{2\pi R\cos\varphi}$. Or, supposons cinq tours de spires de part et d'autre de l'équateur, et admettons que la plus grande valeur de φ soit de part et d'autre au plus de 60 degrés. Alors la limite supérieure de $\frac{\lambda}{2\pi R\cos\varphi}$ est égale à $\frac{1}{15}$, dont la quatrième puissance est égale à $\frac{1}{50625}$.

» Soient $2l$ la longueur totale de la courbe, puis $\varphi = \varphi_1$ et $\varphi = -\varphi_1$ les valeurs de φ correspondant à ses deux extrémités. On a, en intégrant l'équation (6),

(7) $$l = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\left[\sin\varphi_1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2}\log\left(\frac{1 + \tan\frac{1}{2}\varphi_1}{1 - \tan\frac{1}{2}\varphi_1}\right)\right],$$

le logarithme étant un logarithme népérien.

» En supposant $\varphi_1 = 60°$ et $\frac{\lambda}{\pi R} = \frac{1}{15}$, on trouve que l'erreur relative commise en négligeant le second terme du facteur entre parenthèses est égale à $\frac{1}{1183}$. En le négligeant, la formule (7) devient

(7 *bis*) $$l = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\sin\varphi_1.$$

Cette dernière formule se prête à un énoncé simple.

» En remplaçant $\frac{2\pi R}{\lambda}$ par $\frac{\theta_1}{\varphi_1}$, elle devient

(8) $$l = R\theta_1 \frac{\sin\varphi_1}{\varphi_1}.$$

On voit que la longueur très-approchée de la courbe est égale à celle de sa projection sur le grand cercle de l'équateur multipliée par le rapport du sinus à l'arc de la latitude de l'une de ses extrémités.

» Proposons-nous maintenant de déterminer les coordonnées x', y' et z' du centre de gravité de la courbe.

» Or

(9) $$\begin{cases} x = R\cos\varphi\cos\theta = R\cos\varphi\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi, \\ y = R\cos\varphi\sin\theta \,= R\cos\varphi\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi, \\ z = R\sin\varphi. \end{cases}$$

» On a donc, à cause de (6) et (9),

(10) $$lx' = \frac{\pi R^3}{\lambda}\int_{-\varphi_1}^{\varphi_1} \cos^2\varphi\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2R^2\cos^2\varphi}\right)d\varphi,$$

(11) $$ly' = \frac{\pi R^3}{\lambda}\int_{-\varphi_1}^{\varphi_1} \cos^2\varphi\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2R^2\cos^2\varphi}\right)d\varphi = 0,$$

d'où

$$y' = 0,$$

et

(12) $$lz' = \frac{\pi R^3}{\lambda}\int_{-\varphi_1}^{\varphi_1} \cos\varphi\sin\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2R^2\cos^2\varphi}\right)d\varphi = 0,$$

d'où

$$z' = 0.$$

» En intégrant le second membre de (10), on trouve que

$$lx' = \frac{1}{2}R^2\left[\left(1 + \frac{\lambda^2}{4\pi^2R^2}\right)\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 + \frac{1}{1 - \frac{\lambda^2}{\pi^2R^2}} \times \left(\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\cos 2\varphi_1 - \frac{\lambda}{\pi R}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1\right)\right].$$

» En convenant de négliger la quatrième puissance et les puissances supérieures de $\frac{\lambda}{\pi R}$, on peut remplacer $\frac{1}{1 - \frac{\lambda^2}{\pi^2R^2}}$ par $1 + \frac{\lambda^2}{\pi^2R^2}$, et l'on a défi-

nitivement

$$(13)\quad \begin{cases} lx' = \frac{1}{2}R^2\Big[\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1(1+\cos 2\varphi_1) - \frac{\lambda}{\pi R}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1 \\ \qquad + \frac{\lambda^2}{\pi^2R^2}\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\left(\frac{1}{4}+\cos 2\varphi_1\right) - \frac{\lambda^3}{\pi^3R^3}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1\Big]. \end{cases}$$

» Supposons maintenant que l'on munisse le spiral de deux courbes terminales théoriques, situées dans deux plans perpendiculaires à l'axe OZ, égales, et dont les projections sur le plan XOY de l'équateur sont égales et symétriques par rapport à l'axe OX.

» Soient

l_1 la longueur de l'une quelconque des courbes terminales;
G_1 le centre de gravité de celle qui part du point du spiral pour lequel $\varphi = \varphi_1$ et $\theta = \theta_1$;
x_1, y_1 et z_1 les coordonnées de G_1;
$x_1, -y_1$ et $-z_1$ les coordonnées du centre de gravité de l'autre courbe terminale;
g_1 la projection de G_1 sur le plan XOY de l'équateur;
r_1 la valeur de r pour $\varphi = \varphi_1$ et $\theta = \theta_1$;
x_2, y_2 et z_2 les coordonnées du centre de gravité du spiral tout entier, y compris les deux courbes terminales;
$2L$ sa longueur.

» On sait, d'après la théorie du spiral réglant, que Og_1 est perpendiculaire à r_1 et égal à $\frac{r_1^2}{l_1}$.

» On a

$$(14)\qquad 2Lx_2 = 2lx' + 2l_1x_1,$$

$$(15)\qquad 2Ly_2 = 2ly' + l_1y_1 - l_1y_1 = 0,$$

d'où

$$y_2 = 0,$$

$$(16)\qquad 2Lz_2 = 2lz' + l_1z_1 - l_1z_1 = 0,$$

d'où

$$z_2 = 0.$$

» Or,

$$x_1 = -Og_1\sin\theta_1 = -\frac{r_1^2}{l_1}\sin\theta_1 = -\frac{R^2\cos^2\varphi_1}{l_1}\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1,$$

d'où

$$l_1 x_1 = -\frac{1}{2}R^2 \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1(1 + \cos 2\varphi_1).$$

» Substituant cette valeur de $l_1 x_1$ dans (14), on a, à cause de (13),

$$(17)\quad \begin{cases} Lx_2 = -\frac{1}{2}R^2\left[\frac{\lambda}{\pi R}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 \sin 2\varphi_1 \right. \\ \left. \qquad - \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2}\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\left(\frac{1}{4} + \cos 2\varphi_1\right) + \frac{\lambda^3}{\pi^3 R^3}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 \sin 2\varphi_1\right]. \end{cases}$$

» Or, il convient, au point de vue de l'isochronisme, que l'on ait $x_2 = 0$, et, pour cela, il suffit de faire

$$(18)\qquad \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 = 0$$

et

$$(19)\qquad \frac{1}{4} + \cos 2\varphi_1 = 0.$$

» L'équation (18) revient à

$$\cos\theta_1 = 0,$$

d'où

$$(20)\qquad \theta_1 = (2i + 1)\frac{\pi}{2},$$

i étant un nombre entier quelconque, et l'équation (19) donne

$$(21)\qquad \varphi_1 = 52^\circ 14'.$$

» Mais ce n'est pas tout, et nous allons maintenant démontrer que, pour toute valeur de φ_1 comprise entre 0 et celle (21) résultant de l'équation (19), il existe une valeur de θ_1 différant à peine de celle donnée par l'équation (20) et pour laquelle $x_2 = 0$, pour laquelle, par conséquent, le centre de gravité du spiral tout entier est situé sur l'axe du balancier. En effet, posons

$$(22)\qquad 2\varphi_1 = \varphi_2$$

et

$$(23)\qquad \theta_1 = i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2.$$

» Égalons à zéro le facteur entre parenthèses du second membre de l'équation (17), et nous avons, pour déterminer θ_2, en supposant φ_2 donné,

l'équation

(24) $$\operatorname{tang}\theta_2 = \frac{1}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2 + \frac{\varphi_2^2}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2}} \frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right).$$

» Je dis d'abord que cette équation est satisfaite par une valeur de θ_2 comprise entre zéro et $\frac{\pi}{2}$. En effet, quand θ_2 varie entre ces limites, le second membre varie entre ses limites positives correspondantes et le premier membre varie de zéro à l'infini. Il existe donc une valeur de θ_2 comprise entre zéro et $\frac{\pi}{2}$ pour laquelle les deux membres sont égaux.

» Je dis, de plus, que cette valeur de θ_2 est extrêmement petite. En effet, entre les limites supposées de φ_2, la plus grande valeur du facteur

$$\frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right)$$

a lieu pour $\varphi_2 = 0$, et elle est égale à $\frac{5}{4}$.

» D'un autre côté, quand θ_2 varie de zéro à $\frac{\pi}{2}$, la plus grande valeur du facteur

$$\frac{1}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2 + \frac{\varphi_2^2}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2}}$$

a lieu pour $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$, et elle est égale à $\frac{1}{i\pi + \frac{\varphi_2^2}{i\pi}}$, qui est plus petit que $\frac{1}{i\pi}$.

» Nous concluons de là que la valeur de θ_2 qui satisfait à (24) est telle que

$$\operatorname{tang}\theta_2 < \frac{5}{4i\pi}.$$

» Supposons dix tours de spires. Alors $i = 10$ et

$$\theta_2 < 2^\circ 17'.$$

» Généralement, θ_2 sera même beaucoup plus petit, car, pour peu que φ_1 soit voisin de sa valeur (21), donnée par l'équation (19), le facteur

$$\frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right)$$

sera beaucoup plus petit que $\frac{5}{4}$.

» Par les raisons qui précèdent, nous remplacerons l'équation (24) par la suivante :

$$(25) \qquad \theta_2 = \frac{1}{i\pi + \frac{\pi}{2} + \frac{\varphi_2^2}{i\pi + \frac{\pi}{2}}} \frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right),$$

qui donne immédiatement la valeur de θ_2 correspondant à une valeur quelconque et donnée de φ_2, comprise entre les limites supposées.

» Les angles θ_1 et φ_1 étant supposés déterminés, on conclura le rapport $\frac{\lambda}{R}$ de l'équation

$$\frac{\lambda}{2\pi R} = \frac{\varphi_1}{\theta_1}.$$

» On voit que l'addition des courbes théoriques facilite beaucoup le placement du centre de gravité du spiral tout entier sur l'axe du balancier. Elle supprime en outre toute pression sur cet axe et, par cette double condition, concourt à l'isochronisme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases dérivées de l'aldol-ammoniaque;* par M. AD. WURTZ.

« Dans une précédente Communication, j'ai mentionné une base solide et cristallisable qui se forme lorsqu'on chauffe en tube scellé de 140 à 180 degrés une solution d'aldol dans un excès d'ammoniaque aqueuse. La liqueur jaune, séparée par agitation, avec de l'éther, des bases huileuses qui se sont formées en même temps, étant évaporée à l'étuve à une basse température, laisse un résidu solide, formé de petits cristaux empâtés dans une eau mère très-épaisse. Celle-ci renferme des bases incristallisables et peut être séparée à la trompe, après avoir été rendue plus fluide par l'addition d'une solution concentrée de carbonate de soude, dans laquelle elle est insoluble. On peut aussi soumettre la masse à une forte compression entre des feuilles de papier à filtre, qui s'imprègne de l'eau mère et laisse les cristaux. Ceux-ci sont purifiés facilement par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante. Le même corps peut être obtenu en abondance par un procédé plus commode, qui consiste à chauffer l'aldéhyde crotonique en vase clos à 100 degrés, avec un grand excès d'ammoniaque concentrée. Les deux corps réagissent l'un sur l'autre avec dégagement de chaleur. Il est donc nécessaire de refroidir fortement

l'ammoniaque préalablement saturée de gaz, avant d'y introduire, par petites portions, l'aldéhyde crotonique. On chauffe la solution au bain-marie dans des matras en verre épais ou dans des tubes. Après le refroidissement, on trouve ceux-ci remplis de cristaux à peine colorés. On les sépare, à la trompe, de l'eau mère et l'on évapore cette dernière au bain-marie. Convenablement concentrée, elle se prend en masse par le refroidissement. Ces cristaux, réunis aux précédents, sont purifiés par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante. On les obtient ainsi parfaitement incolores, sous forme de petits prismes orthorhombiques brillants et qui s'effleurissent à l'air. Chauffés à 100 degrés, ces cristaux perdent 32,1 pour 100 de leur poids d'eau. La matière sèche ne renferme que du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, dans la proportion de 3 atomes de carbone pour 1 d'azote. Sa composition (¹) est représentée par la formule $C^{12}H^{24}Az^4$, qui se déduit de l'analyse des sels. La base hydratée renferme 6 molécules d'eau, proportion qui correspond à une perte de 32,5 pour 100.

» L'équation suivante représente le mode de formation de cette base, qu'on pourrait nommer *tricrotonylénamine* :

$$3C^4H^6O + 4AzH^3 = C^{12}H^{24}Az^4 + 3H^2O.$$

Ce mode de formation rappelle celui de l'hexaméthylénamine, qui renferme 4 atomes d'azote, comme la base dont il s'agit, mais dont la constitution est différente.

» Celle de la tricrotonylénamine découle de sa synthèse même et peut être exprimée par la formule

$$(C^4H^6)^3Az^4H^6 = \left\{ \begin{array}{l} CH^3-CH=CH-CH\begin{array}{l}\diagup AzH^2\\ \diagdown AzH\end{array}, \\ CH^3-CH=CH-CH\begin{array}{l}\diagup \\ \diagdown AzH\end{array}, \\ CH^3-CH=CH-CH\begin{array}{l}\diagup \\ \diagdown AzH^2.\end{array} \end{array} \right.$$

» Je me propose de vérifier cette formule en préparant les dérivés éthylés de la base.

» Très-soluble dans l'eau chaude, cette base s'en dépose presque entiè-

---

(¹)

	Analyses. I.	Analyses. II.	Théorie.
Carbone	63,65	»	64,29
Hydrogène	11,09	»	10,71
Azote	25,43	25,5	25,00
			100,00

rement par le refroidissement; 100 parties d'eau à 21 degrés n'en dissolvent que $2^p,55$. Elle est beaucoup plus soluble dans l'alcool, dont 100 parties (à 98° C.) en dissolvent $27^p,8$ à 24 degrés.

» La base anhydre s'échauffe avec l'eau.

» Lorsqu'on chauffe avec précaution quelques cristaux de la base au fond d'un tube bouché, ils perdent leur eau et fondent ensuite; la matière fondue se volatilise, en apparence sans décomposition, et se condense plus haut en stries liquides, qui se solidifient après le refroidissement. Chauffée en vase clos, la base sèche se décompose. Elle se colore fortement, en émettant des vapeurs et en dégageant de l'ammoniaque. Le thermomètre monte rapidement et finit par atteindre 300 degrés, sans que la matière ait entièrement distillé. Il reste un résidu poisseux et le tube abducteur renferme une masse cristalline jaune. Dans ces conditions, on a vainement essayé d'en prendre la densité de vapeur dans l'appareil de M. Victor Meyer. Il n'est pas étonnant d'ailleurs qu'une molécule aussi complexe ne soit pas volatile sans décomposition. J'ajoute que sous la pression de $0^m,04$ elle paraît distiller vers 190 degrés.

» Chauffée avec un excès d'acide chlorhydrique à 150 degrés, la base perd son azote à l'état d'ammoniaque et se convertit en une matière résineuse, formée sans doute par la déshydratation partielle et la polymérisation de l'aldéhyde crotonique régénérée. Cette réaction est l'inverse de celle qui donne naissance à la base.

» La tricrotonylénamine forme plusieurs séries de sels avec les acides. Neutres, ces sels cristallisent mal. Lorsqu'on y ajoute un excès d'acide, ils se déposent au contraire en fort beaux cristaux.

» *Chlorhydrate* $C^{12}H^{24}Az^4, 3HCl$ (1). — Beaux prismes du type hexagonal, présentant une réaction acide, assez solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool, inaltérables à l'air.

» *Nitrate* $C^{12}H^{24}Az^4, 3AzO^3H$ (2). — Magnifiques prismes hexagonaux, brillants, solubles dans l'eau, à réaction très-acide.

---

(1)

	Expérience.	Théorie.
Chlore	31,63	31,93

(2)

	Expériences.		
	I.	II.	Théorie.
Carbone	35,66	34,91	34,86
Hydrogène	6,81	6,91	6,53
Azote	24,60	»	23,72

Chloroplatinates. — La solution du chlorhydrate de tricrotonylénamine ne donne pas de précipité avec le chlorure de platine. Par l'évaporation on a obtenu un chloroplatine rouge-orange sous forme d'une masse cristalline confuse. Celle-ci a donné à l'analyse des chiffres qui répondent sensiblement à 2 molécules de chlorure platinique pour 1 de chlorhydrate.

» Lorsqu'on ajoute une grande quantité d'alcool à un mélange de chlorhydrate de tricrotonylénamine et de chlorure platinique, il se forme un précipité jaune-orange cristallin, dont la composition répond sensiblement à la formule

$$(C^{12}H^{24}Az, 4HCl)^2 3PtCl^4.$$

» *Chloro-aurates.* — Il en existe plusieurs. L'un d'eux se dépose, en magnifiques aiguilles d'un jaune d'or, d'une solution très-acide de chlorhydrate de tricrotonylénamine additionnée d'une molécule de chlorure aurique. Ces cristaux, exposés dans le vide, perdent de l'eau et un peu d'acide chlorhydrique et se résolvent en une poussière d'un jaune pur.

» Le sel desséché dans le vide renferme

$$C^{12}H^{24}Az^4, 4HCl, AuCl^3\ (^1).$$

» Dans un autre échantillon, qui était en aiguilles fines, on a trouvé

	Expérience.	Théorie.
C	21,16	21,45
H	4,66	4,60
Au	29,53	29,27
Az	8,62	8,32
Cl	31,79	31,65

chiffres qui répondent à la formule

$$C^{12}H^{24}Az^4, 3HCl, AuCl^3 + 2H^2O.$$

» Enfin, lorsqu'on abandonne à l'évaporation spontanée un mélange de chlorhydrate de tricrotonylénamine avec un excès de chlorure d'or, il

---

(1)

	Expérience.	Théorie.
Carbone	21,90	21,39
Hydrogène	4,57	4,15
Azote	8,72	8,32
Chlore	35,00	36,89
Or	29,50	29,25

Cette analyse montre que le sel avait perdu une petite quantité d'acide chlorhydrique dans le vide.

se dépose des cristaux rouge-orange qui renferment un excès de chlorure d'or et dont la composition répond à la formule

$$(C^{12}H^{24}Az^4, 4HCl)^2\,5AuCl^3$$ (¹).

» Dissous dans un excès d'acide chlorhydrique, ces cristaux laissent déposer des aiguilles jaunes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination de la hauteur du mercure dans le baromètre sous l'équateur; amplitude des variations diurnes barométriques à diverses stations dans les Cordillères;* par M. **Boussingault.**

« Les baromètres, construits par Fortin, avaient été comparés au baromètre de l'Observatoire par Arago et Mathieu. Le 22 septembre 1822, ces instruments furent installés à bord du *Patriote,* brick de dix-huit canons, en partance d'Anvers pour l'Amérique méridionale. Après une relâche à l'île de Wight, un combat naval en vue de Tabago, qui amena la prise de la frégate *la Maria-Francisca,* le *Patriote* jeta l'ancre à la Guayra le 22 novembre.

» Immédiatement après le débarquement, les baromètres étant établis dans une maison située sur le port, on commença les observations, que M. Arago présenta à l'Académie des Sciences, après les avoir discutées; j'en reproduis les éléments dans mon Mémoire; il me suffira de présenter ici la conclusion : c'est que, si le baromètre de l'Observatoire de Paris eût été transporté à la Guayra et placé à $11^m,45$ au-dessus du niveau de la mer, le mercure se serait maintenu à une hauteur de $760^{mm},40$.

» Les observations furent continuées le jour et la nuit dans le but d'étudier les variations horaires, si régulières entre les tropiques.

» On sait en effet que, dans les régions équinoxiales, le mercure, dans le baromètre, atteint le maximum de hauteur entre 8 et 10 heures du matin; qu'il descend ensuite jusque vers 4 heures de l'après-midi; qu'il est à la hauteur minima entre 3 et 4 heures, pour remonter jusqu'à 11 heures du

(¹)

	Expériences.			
	I.	II.	III.	Théorie.
Carbone	12,73	12,96	12,68	12,75
Hydrogène	2,88	2,96	2,93	2,47
Azote	5,35	»	»	4,96
Chlore	35,07	»	»	36,17
Or	43,44	»	»	43,63

soir, sans arriver toutefois à la hauteur à laquelle il était à 9 heures du matin; qu'il s'abaisse enfin jusqu'à 4 heures du matin, sans tomber aussi bas qu'à 4 heures du soir; qu'il recommence alors son évolution. C'est là, du moins, ce qui a lieu généralement.

» La découverte d'un phénomène aussi constant, aussi régulier, semblait réservée à celui qui, le premier, porterait un baromètre dans la proximité de l'équateur. Il n'en fut pas ainsi : elle échappa à Richer, envoyé à Cayenne par l'Académie en 1672.

» Voici ce qu'on lit dans la relation qu'il a donnée :

« On estoit en peine de savoir si vers l'équateur la hauteur du vif-argent dans les baromètres estoit la même qu'à Paris ou non ; de quoy je me suis éclairé par les observations que j'ai faites en Caïenne pendant une année entière, où j'ai remarqué que sa plus grande hauteur n'a jamais surpassé 27 pouces 1 ligne dans un lieu qui n'estoit élevé au-dessus de la superficie de la mer que de 25 à 30 pieds (¹).

» C'est en 1722 que les variations périodiques horaires furent aperçues dans la Guyane hollandaise, par un observateur dont le nom est resté inconnu. Il en est fait mention dans une Lettre datée de Surinam, dont je crois devoir donner un extrait :

« Le mercure monte ici tous les jours régulièrement depuis 9 heures du matin jusqu'à environ 11 heures, après quoi il descend jusqu'à 2 ou 3 heures après midi et ensuite revient peu à peu à sa première hauteur; pendant tous ces changements il ne varie environ que de $\frac{1}{2}$ ligne à $\frac{3}{4}$ de ligne. »

» Les académiciens français chargés en 1735 de mesurer les trois premiers degrés du méridien n'avaient certainement aucune connaissance des observations de Surinam. Ils constatèrent dans les Cordillères la régularité des variations barométriques dont Bouguer et La Condamine attribuent la découverte à Godin :

« Quant au baromètre, dit La Condamine dans l'introduction du *Journal d'un voyage à l'équateur* fait par ordre du roi, sa hauteur moyenne à Quito est de 20 pouces 1 ligne et ses plus grandes variations ne vont pas à 1 $\frac{1}{2}$ ligne ; elles se font assez régulièrement à des heures réglées. C'est ce que M. Godin a remarqué le premier et ce que j'ai vérifié depuis plus d'un an. Le baromètre, vers 9 heures du matin, est à sa plus grande hauteur, et vers 3 heures de l'après-midi à la moindre. »

» Un baromètre, en 1741, ne causait pas le genre d'embarras qu'il occasionne de nos jours : on remplissait le tube au moment de l'obser-

(¹) *Observations astronomiques et physiques, faites en l'isle de Caïenne.*

vation; on exécutait, en réalité, l'expérience de Torricelli; il en résultait nécessairement des pertes de métal. Aussi La Condamine raconte-t-il qu'il ne lui reste plus que fort peu de mercure, celui qu'il avait apporté et que M. Geoffroy avait pris le soin de purifier ayant été perdu pendant six années d'observation sur les montagnes. On pourra se former une idée des difficultés que les académiciens français rencontraient à chaque pas dans leur expédition quand on saura que dans la ville de Quito, en ayant à sa disposition le laboratoire du Collége des Jésuites et le concours empressé du frère apothicaire, il fallut à La Condamine un mois d'un travail pénible pour obtenir du mercure en revivifiant du cinabre.

» En 1751, Thibaut de Chanvalon vérifia à la Martinique les faits constatés à l'équateur :

« Peu de temps après mon arrivée, dit Thibaut, j'aperçus que le baromètre montait insensiblement pendant toute la matinée, qu'ensuite, après avoir été quelque temps sans mouvement, il commençait à baisser jusqu'au soleil couchant; alors, après avoir été stationnaire, il remontait aux approches de la nuit jusqu'à 10 heures du soir. »

» C'est à Thibaut de Chanvalon, je crois, que l'on doit la notion de l'imperturbable régularité des variations, et aussi celle d'une certaine relation du phénomène avec le magnétisme. Il s'exprime ainsi :

« Les révolutions les plus considérables de l'atmosphère n'altèrent point cette marche périodique du baromètre, qui coïncide avec celle des variations horaires de la déclinaison magnétique. Au milieu des pluies abondantes, des vents, des orages, le mercure monte ou descend, si c'est son heure de monter ou de descendre, comme si tout était tranquille dans l'air. »

» La publication des résultats obtenus par les académiciens français ne pouvait manquer d'attirer l'attention du monde savant sur le phénomène des variations barométriques. Dès 1761, l'illustre botaniste Celestino Mutis, dont Linnæus disait : *Jure merito botanicorum in America princeps salutatur*, commençait à Santa Fé de Bogota des observations météorologiques qu'il continua pendant quarante années, sans en être distrait par les immenses travaux auxquels l'astreignit la flore de la Nouvelle-Grenade, œuvre de toute une existence, qu'il aurait eu la douleur de voir dispersée, s'il eût assez vécu pour assister aux discordes civiles qui ensanglantèrent l'Amérique espagnole.

» Ce n'est pas sans éprouver une vive émotion que je me trouvai dans l'observatoire de Bogota, construit par Mutis, au milieu des débris de magnifiques instruments qu'une soldatesque égarée venait de détruire.

Parmi ces ruines, on voyait une pendule de Graham, un quart de cercle de Bird, des télescopes à réflexion dont s'étaient servis Bouguer, La Condamine, Godin, et que Caldas avait rapportés de Quito comme de précieuses reliques.

» Celestino Mutis signala le premier avec netteté l'heure de l'abaissement du mercure avant le lever du soleil, ou, si l'on veut, la variation nocturne. A Bogota, la nuit, la hauteur maxima de la colonne mercurielle a lieu vers 11 heures du soir, la hauteur minima entre 3 et 4 heures du matin. J'ai ramassé dans les papiers épars sur le parquet de la salle méridienne des documents intéressants, dont j'ai pu assurer la conservation en m'opposant à ce qu'on les employât à la confection des cartouches. C'était un volumineux Journal météorologique, des Lettres de Lineus et d'Adanson, et une Correspondance des religieuses du couvent de Santa Clara, dont Mutis, entré dans les ordres en 1772, était devenu le directeur spirituel. Ces Lettres témoignaient d'une grande exaltation mystique : je les brûlai.

» Enfin j'eus le bonheur de rencontrer une page détachée d'un Journal de Mutis, où se trouve consignée la découverte des variations nocturnes du baromètre. On y voit qu'après deux années d'indécision, Mutis admit définitivement que l'abaissement du mercure dans le tube quelques heures avant le lever du soleil est bien réel. L'article est intitulé *Nota importante sobre el barometro*. J'en donne une traduction dans mon Mémoire.

» Le phénomène des variations périodiques diurnes était dès lors constaté dans sa généralité, grâce à l'anonyme de Surinam, à Godin, à Mutis. Comme cela est arrivé plus d'une fois dans les sciences, un fait important avait été découvert avec des instruments imparfaits, mais placés entre les mains d'hommes doués d'une intelligence supérieure.

» A partir de 1784, les observations barométriques se multiplièrent. Lamanon et Mongez, compagnons de l'infortuné Lapérouse, suivirent d'heure en heure la marche du baromètre sur l'océan Atlantique. Trail, Farquhar, Pearce, Balfour publièrent en 1795 des observations recueillies à Calcutta.

» En 1799, Humboldt commençait à Cumana les recherches qu'il continua pendant son séjour en Amérique. C'est de la publication de ces documents, si précieux pour l'histoire de l'atmosphère, que date la forte impulsion donnée à l'étude du phénomène des variations périodiques. Ce sont, en effet, les observations de Humboldt qui ont provoqué celles de Horsburgh sur les côtes de la Chine, du capitaine Kater dans les plaines élevées du Mysore, de Langsdoff et Horner pendant le voyage du capitaine

Krusenstern, d'Eschwege au Brésil, du capitaine Freycinet sur l'océan Pacifique, de Simonoff dans l'hémisphère austral, du capitaine Sabine sur les côtes occidentales de l'Afrique, de Claude Gay au Chili, de Tessan pendant l'expédition de la frégate *la Vénus,* du capitaine Duperrey, commandant la *Coquille,* dans son voyage autour du monde, campagne de trente et un mois et treize jours durant laquelle la corvette, après avoir parcouru 25000 lieues, est revenue à son point de départ sans avoir perdu un seul homme, sans malades, sans avaries.

» La variation horaire dans la pression ne serait pas, paraît-il, l'unique phénomène périodique accompli dans l'atmosphère; déjà j'ai rappelé que Thibaut de Chanvalon avait annoncé qu'elle coïncidait avec les changements qu'éprouve la déclinaison de l'aiguille aimantée dans le cours de la journée, fait confirmé depuis par Hansteen, ainsi que les variations diurnes de l'intensité du magnétisme. Récemment encore, en 1868, le P. Aguilar, de la Compagnie de Jésus, comparait à Quito la marche parallèle de la déclinaison et celle du baromètre, en faisant remarquer toutefois cette différence, que le baromètre a un minimum nocturne qu'on ne retrouve pas pour l'aiguille aimantée, presque toujours immobile pendant la nuit; ajoutons que, l'amplitude des oscillations de la colonne de mercure étant généralement très-faible, il y aurait encore là une certaine analogie entre les mouvements barométriques et les fluctuations magnétiques.

» Il ne reste plus de doute, aujourd'hui, sur les variations dans l'intensité de l'électricité de l'air. Dès 1830, Arago à Paris, Quetelet à Bruxelles déterminèrent quelles en étaient les heures du maximum et du minimum; les recherches prolongées dues à M. Dirt, de l'Observatoire de Kew, les établiraient ainsi :

Tension électrique.

Maximum de jour à....................	10^h	du matin.
Minima de jour à......................	4	de l'après-midi.
Maximum de nuit à....................	10	du soir.
Minimum de nuit à....................	2	du matin.

» Quelques météorologistes inclinent à croire que l'état hygrométrique de l'air varie aussi dans le cours de la journée. Jusqu'à présent, cette opinion ne me paraît pas suffisamment justifiée. En consultant les nombreuses observations consignées dans mon Mémoire, on voit bien que, par un temps serein, l'air est le plus chargé d'humidité vers le lever du soleil, et qu'il devient plus sec à mesure que la température augmente; à la tombée de la

nuit, l'hygromètre marque à peu près le même degré qu'au commencement de la journée.

» J'ai été étonné, comme l'avait été de Humboldt, de la forte proportion de vapeur que l'on trouve dans l'atmosphère des tropiques, même dans les stations les plus élevées. Par exemple, un hygromètre de Saussure, parfaitement réglé, transporté des rives de la mer du Sud à une altitude de 6000 mètres, n'a presque pas varié dans ses indications. Sur les neiges perpétuelles, l'instrument marqua 86 degrés, la température étant de + 6°. Cela est certainement dû à cette circonstance, qu'en s'élevant dans les montagnes par un temps calme, on reste dans une couche d'air reposant sur un sol plus ou moins humide ; on constate alors l'état hygrométrique de cette zone inférieure et nullement celui qu'on trouverait à quelques mètres au-dessus de l'observateur.

» L'atmosphère est évidemment moins chargée d'humidité dans les hautes régions qu'au niveau des mers ; aussi, sur les plateaux des Andes, quand elle est violemment agitée par le vent, l'hygromètre y signale quelquefois une grande sécheresse, à ce point que dans les plaines de Bogota je l'ai vu marquer, momentanément il est vrai, 26 degrés.

» C'est seulement par des observations hygrométriques exécutées pendant des ascensions en ballon que l'on décidera si réellement la quantité de vapeur contenue dans l'air est sujette à des variations périodiques.

» J'ai rassemblé, dans le Mémoire que je présente à l'Académie, les observations, la plupart inédites, exécutées entre le dixième degré de latitude nord et le cinquième degré de latitude australe : dans la chaîne du littoral de Venezuela ; au milieu des plaines du Meta et de l'Orénoque ; dans les Cordillères orientales et centrales, dans les vallées de la Magdalena, du Cauca, et sous l'Équateur, depuis l'océan Pacifique jusqu'à une hauteur de 4000 à 5000 mètres. J'ai eu soin de mettre en regard, comme termes de comparaison, les résultats dus à d'autres voyageurs.

» Je me bornerai à présenter ici quelques-unes de ces observations

Océan Atlantique.

	Variation diurne.	Observateurs.
	mm	
Décembre 1822. Port de la Guayra. (Niveau de la mer ; température moyenne, 27 à 28°)...	2,54	Rivero et Boussingault.
Janvier 1848. Port de Santa Maria. (Niveau de la mer ; température moyenne, 27 à 28°)...	2,53	Lœwy.

Océan Pacifique.

	Variation diurne.	Observateurs.
1823. Port de Payta. (Niveau de la mer; température moyenne, 27 à 28°)...........	2,92	Duperrey.
1832. Port de Payta. (Niveau de la mer; température moyenne, 27 à 28°)...........	3,46	Boussingault.
1838. Port de Payta. (Niveau de la mer; température moyenne, 27 à 28°)...........	3,10	De Tessan.
Chaîne du littoral. Vallées d'Aragua.		
1799. Caracas. (Altitude, 936 mètres; température moyenne, 21°,0................	2,97	De Humboldt.
1822. Caracas. (Altitude, 936 mètres; température moyenne, 21°,0)................	2,81	Rivero et Boussingault.
1823. Maracay. (Altitude, 439 mètres; température moyenne, 25°,4)................	4,02	Rivero et Boussingault.
1823. Valencia. (Altitude, 488 mètres; température moyenne, 25°,6)................	3,95	Rivero et Boussingault.
1823. San Carlos. (Altitude, 169 mètres; température moyenne, 28°,5)..............	4,36	Rivero et Boussingault.
Cordillère orientale.		
1823. Pamplona. (Altitude, 2311 mètres; température moyenne, 16°,7)..............	2,13	Rivero et Boussingault.
1808. Bogota. (Altitude, 2641 mètres; température moyenne, 14°,5)................	2,30	Caldas.
1823-1824. Bogota. (Altitude, 2641 mètres; température moyenne, 14°,5)...........	2,28	Rivero et Boussingault.
Vallée du rio Magdalena.		
1823. Honda. (Altitude, 270 mètres; température moyenne, 28°,0)..................	4,26	Boussingault.
1848. Honda. (Atitude, 270 mètres; température moyenne, 28°).....................	4,75	Lœwy.
Vallée du Cauca.		
1825. Antioquia. (Altitude, 629 mètres; température moyenne, 25°,7)..............	4,40	Boussingault.
1827-1832. Cartago. (Altitude, 978 mètres; température moyenne, 24°,2)...........	4,20	Boussingault.
Plaines de Meta et de l'Orénoque.		
1824. Marayal. (Altitude, 236 mètres; température moyenne, 28°,2)................	3,25	Rivero, Roulin et Boussingault.

	Variation diurne.	Observateurs.
1824. Cariben (Orénoque). (Altitude, 236 mètres; température moyenne, 29°,2)........	3,90	Rivero, Roulin et Boussingault.
Andes.		
1846. Quito. (Altitude, 2910 mètres; température moyenne, 15°,2)...................	2,11	Aguirre, Boussingault.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Augmentation des matières albuminoïdes dans la salive des albuminuriques.* Note de M. VULPIAN.

« Dans le cours d'essais thérapeutiques faits à l'aide d'injections sous-cutanées de chlorhydrate de pilocarpine, j'avais vu que la salive recueillie chez un malade atteint d'affection de Bright et soumis à des injections de ce genre contenait une quantité notablement plus considérable de matières précipitables par l'acide azotique et par la chaleur que dans l'état normal. J'avais répété l'expérience sur le même malade, sur sa propre demande, car il s'était senti soulagé à la suite de la première injection. Comme la première fois il avait peu sué, mais il avait considérablement salivé, et, cette fois encore, on avait noté le même résultat. Ce résultat était d'autant plus facile à constater, que l'on pouvait soumettre comparativement aux mêmes réactifs la salive recueillie sur des malades non albuminuriques et chez lesquels on avait pratiqué aussi une injection hypodermique de chlorhydrate de pilocarpine. Ce fait m'avait paru offrir un certain intérêt, mais il ne pouvait acquérir une réelle valeur qu'à la condition de n'être pas absolument exceptionnel; cependant je l'avais signalé à mon Cours, en indiquant les hypothèses que l'on pouvait émettre à propos de sa signification. J'avais prié M. Straus, agrégé de la Faculté, médecin des hôpitaux, de faire des recherches dans le même sens. Il n'a eu l'occasion de faire des injections sous-cutanées de chlorhydrate de pilocarpine que sur deux malades atteints d'albuminurie, et sur chacun de ces malades il a observé le fait dont je viens de parler.

» Le malade sur lequel j'avais noté l'augmentation des matières albuminoïdes dans la salive offrait une infiltration œdémateuse peu considérable. Son affection rénale était mixte; elle offrait à la fois les caractères de la néphrite parenchymateuse et ceux de la néphrite interstitielle; elle existait déjà depuis plusieurs mois.

» Le premier des deux malades observés par M. Straus était un homme

âgé de quarante ans, entré à l'hôpital Tenon pour s'y faire soigner d'une néphrite parenchymateuse datant de six mois environ. Son urine contenait une assez forte quantité d'albumine. Deux injections de chlorhydrate de pilocarpine et une injection de nitrate de pilocarpine ont été faites sous la peau de ce malade, à plusieurs jours d'intervalle. Chaque fois M. Straus a vu la chaleur et l'acide nitrique produire un trouble très-prononcé dans la salive sécrétée sous l'influence de la pilocarpine, après qu'on avait pris soin de traiter ce liquide par l'acide acétique et de le filtrer pour le débarrasser du mucus qu'il contenait. M. Degræve, pharmacien en chef de l'hôpital, a déterminé la quantité de la mucine et de l'albumine contenues dans cette salive : il a trouvé $0^{gr},253$ de mucine et $0^{gr},182$ d'albumine (matière précipitable par l'acide azotique et la chaleur) pour 1000 grammes de liquide filtré.

» Le second malade, offrant aussi une forte albuminurie, était un homme âgé de quarante et un ans, atteint d'insuffisance de la valvule mitrale. Deux injections sous-cutanées, chacune de $0^{gr},02$ de nitrate de pilocarpine, ont été pratiquées, à neuf jours d'intervalle, par M. Straus sur ce malade. Il a constaté, comme chez le premier malade, que la salive sécrétée sous l'influence du sel de pilocarpine se troublait considérablement par la chaleur et l'acide azotique. M. Degræve a trouvé dans cette salive $0^{gr},45$ de mucine et $0^{gr},145$ d'albumine pour 1000 grammes de salive filtrée.

» Enfin, M. Straus a prié M. Degræve de déterminer la quantité de matières albuminoïdes précipitables par la chaleur et l'acide nitrique dans la salive obtenue de la même manière chez un malade non atteint d'albuminurie. Voici les chiffres obtenus : $0^{gr},320$ de mucine et $0^{gr},050$ d'albumine pour 1000 grammes de salive filtrée.

» Chez les malades atteints d'albuminurie, la salive peut donc contenir une plus grande quantité de matières albuminoïdes que dans l'état normal. Ce fait, intéressant par rapport aux théories de l'albuminurie, trouve peut-être une explication très-simple dans l'infiltration des glandes salivaires par la sérosité de l'œdème. S'il n'en était pas ainsi, il faudrait rechercher si c'est une altération de l'épithélium des glandes salivaires ou une modification des principes albuminoïdes du sang ou des liquides infiltrés qu'il faut mettre en cause. »

CHIMIE. — *Sur le spectre du nitrate de didyme.* Note de MM. **Lawrence Smith** et **Lecoq de Boisbaudran.**

« Le nitrate de didyme, neutre ou légèrement acide, donne un spectre d'absorption à peu près identique à celui du chlorure : les raies élémentaires des bandes y sont toutefois moins nettes; mais l'addition d'acide nitrique produit des changements importants dont nous citerons les plus frappants.

» 1° La large bande du jaune (voisine de D du Soleil) que le nitrate neutre montre noire dans toute son étendue, avec le bord droit le plus net (le rouge étant à la gauche de l'observateur), conserve son intensité dans sa partie gauche, en n'absorbant plus que faiblement la lumière dans sa partie droite; de ce côté, l'ancien bord est représenté par une raie presque étroite, bien moins intense que ce qui reste de la bande à gauche. Pour obtenir ce résultat, il ne faut pas une solution trop concentrée, la bande du jaune restant alors pleine, malgré l'excès d'acide libre.

» 2° Un effet à peu près semblable est produit sur la double bande du vert (près de *b* du Soleil); la partie droite est considérablement pâlie, tandis que la partie gauche se maintient noire. L'expérience réussit avec une liqueur assez concentrée pour donner la bande du jaune encore entièrement noire.

» 3° La raie du bleu 475,8 disparaît presque entièrement. Une raie, invisible dans le nitrate neutre, apparaît à environ $\frac{1}{3}$ (ou peut-être légèrement plus de $\frac{1}{3}$) de la distance qui sépare les raies 475,8 et 469,1, c'est-à-dire vers 473,5 à 473,0. L'instrument dont nous nous servons ne permet pas une mesure plus exacte.

» Comme ces variations spectrales, corrélatives aux changements de dissolvant, sont de nature à induire en erreur les observateurs non prévenus, nous pensons utile de les signaler.

» Ces expériences ont été faites à la Faculté de Médecine, dans le laboratoire de M. Wurtz, que nous remercions vivement de sa bienveillante hospitalité. »

CHIMIE. — *Sur le spectre du nitrate d'erbium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Le nitrate d'erbium, neutre et de concentration moyenne, fournit un spectre d'absorption ne paraissant pas différer sensiblement de celui du

chlorure; mais la présence d'un excès d'acide nitrique produit des changements très-notables.

» On place dans deux flacons A et B volumes égaux d'une même solution sirupeuse de nitrate d'erbium peu acide. Le spectre de cette liqueur très-concentrée se rapporte assez bien, sauf les différences d'intensité, à celui que j'ai dessiné autrefois ([1]) en me servant d'une solution de chlorure moins riche. Seulement, dans le cas actuel, la raie 540,9 possède une intensité notablement plus grande que la raie 536,3.

» On verse ensuite quantités égales d'eau dans A et d'acide nitrique dans B.

» Le spectre de A est exactement celui de mon ancien dessin; la raie 536,3 y est donc très-légèrement plus marquée que la raie 540,9.

» Dans le spectre de B, au contraire, 540,9 domine sensiblement 536,3.

» La raie du rouge 683,7, très-affaiblie, se voit moins bien que dans A.

» Le groupe du vert (voisin de *b* du Soleil), au lieu d'être formé d'une raie nette et forte accompagnée à droite de deux autres raies beaucoup plus faibles (ainsi que cela se voit avec A), est plein sur toute sa largeur. L'ensemble de ce groupe est plus marqué dans B que dans A.

» Le groupe du bleu (proche de F du Soleil) est moins intense que dans A et sans raie distincte à 487,4. Dans A cependant, cette raie se détache fort nettement.

» La grosse bande du violet 451,5 paraît être plus forte dans B que dans A. »

M. Alph.-Milne Edwards présente, en son nom et au nom de son collaborateur M. *Alfred Grandidier*, trois nouveaux demi-volumes de l'« Histoire naturelle des Oiseaux de Madagascar ». Ces fascicules, qui vont paraître dans quelques jours, comprennent :

La première Partie du premier Volume de texte;

La deuxième Partie du premier Volume de l'Atlas;

La première Partie du deuxième Volume de l'Atlas.

« Ce sont, ajoute M. Alph.-Milne Edwards, des Tomes détachés de l'Ouvrage d'ensemble publié par M. Alfred Grandidier et intitulé « Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar » ; on y trouvera les Chapitres relatifs aux Perroquets, aux Oiseaux de proie diurnes ou nocturnes

---

([1]) *Spectres lumineux, Pl. XV.*

et aux Cuculides. Nous avons cherché à faire connaître, aussi complétement que possible, non-seulement les caractères extérieurs, mais aussi les particularités anatomiques les plus remarquables de chacune des espèces. L'ostéologie des Cuculides de Madagascar, dont on a formé le genre *Coua*, y est l'objet de recherches particulières qui mettent en lumière les affinités de ces Oiseaux avec les *Centropus*. »

M. A. de Caligny fait hommage à l'Académie, en son nom et au nom de son collaborateur M. Bertin, d'un Ouvrage intitulé : « Sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg. »

« Voici, au sujet de ce travail, ajoute M. de Caligny, l'opinion exprimée par une Commission qui s'est trouvée incidemment chargée de l'examiner au Ministère de la Marine :

« .... Cette Notice offre un vif intérêt scientifique pour les ingénieurs qui s'occupent de constructions à la mer, car les travaux entrepris à Cherbourg en 1739 d'après les plans de Louis-Roland Hüe de Caligny, directeur des fortifications des haute et basse Normandie, ont été très-remarquables et font époque dans l'histoire de l'architecture hydraulique. Au point de vue historique, elle renferme des détails très-curieux sur une période d'où date l'élévation de l'ancienne petite ville de Cherbourg au rang de port commercial et militaire.

» Cette Note, rédigée d'après des pièces authentiques, et accompagnée de plans originaux et inédits et de détails biographiques sur les ingénieurs de Caligny, qui se sont distingués dans la première moitié du siècle dernier, sera lue avec plaisir par toutes les personnes qui s'intéressent à l'histoire de la ville de Cherbourg.... »

» Je dois ajouter que le mérite de ce travail appartient principalement à M. Bertin. Je ne m'étais guère occupé que de la correspondance de mon bisaïeul de Caligny avec le maréchal d'Asfeld, sur laquelle il a donné de nouveaux détails. C'est M. Bertin qui a fait l'analyse du Mémoire de Vauban, dont le plan est joint à cette Notice. C'est d'ailleurs à lui que je dois la connaissance du Mémoire de M. de Caux, relatif aux expériences dont mon grand-père de Caligny s'est occupé sur l'emploi des pierres jetées dans l'eau sans aucun appareil pour élever des enrochements par des fonds de 50 pieds, de sorte qu'il participa ainsi aux travaux préparatoires sur lesquels on s'est appuyé, après l'abandon du système des cônes de M. de Cessart, pour exécuter le grand travail de la digue de Cherbourg. »

M. Pasteur fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : « Examen critique d'un écrit posthume de Claude Bernard sur la fermentation ».

M. **Daubrée** informe l'Académie que M. Fouqué est sur le point de partir pour l'Etna et s'exprime en ces termes :

« La Section de Minéralogie et Géologie a appris que M. Fouqué est à la veille de partir pour l'Etna. Elle prie l'Académie de vouloir bien témoigner combien elle prend intérêt aux études de ce savant, et d'appeler l'attention de M. le Ministre de l'Instruction publique et de M. le Ministre des Affaires étrangères sur M. Fouqué. Déjà ce géologue infatigable et dévoué a rempli plusieurs missions pour étudier les éruptions volcaniques : deux à l'Etna en 1865, trois à l'île de Santorin en 1866, 1867, 1875, deux aux îles Açores. Les résultats considérables déjà obtenus par M. Fouqué sur les émanations des volcans témoignent de l'importance de ceux qu'on est en droit d'en attendre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Ehrmann*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Donders	obtient.	......	46	suffrages.
M. Schwann	»	......	3	»
M. Ludwig	»	......	2	»

M. **Donders**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Angström*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Stokes	obtient.	......	44	suffrages.
M. Tyndall	»	......	4	»
M. Edlund	»	......	2	»
M. Lloyd	»	......	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Stokes**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Observations recueillies pendant le voyage de la frégate* la Magicienne. Note de M. l'amiral SERRES.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, de Quatrefages, Daubrée, Pâris, Mouchez.)

« Il y a trois ans, le commandant de la station du Pacifique, sur le point de quitter la France, allait rendre ses devoirs à un amiral Membre de l'Institut. « Souvenez-vous, disait l'amiral à celui qui venait prendre ses con- » seils, souvenez-vous que la marine a perdu le prestige de la distance et » de l'inconnu ; si elle veut conserver la haute situation qu'elle a longtemps » occupée dans l'opinion publique, il faut qu'elle se rende utile ; l'officier » naviguant doit être le pionnier de la Science, l'officier commandant doit » être le délégué de nos académies. » Et comme j'objectais et les exigences du service et mon insuffisance : « Travaillez, me répondit M. l'amiral Pâris, » et faites travailler les autres. » Venant d'un tel homme, cet appel devait être entendu : j'ai trouvé parmi mes compagnons des cœurs dévoués et des esprits d'élite, je me suis fait le centre et le lien de leurs efforts, et je viens aujourd'hui vous apporter le résultat de leurs études ; je viens aussi vous remercier de la confiance bienveillante dont vous nous avez donné des preuves. Cette confiance, messieurs, portera ses fruits : les officiers de la marine, encouragés par vos suffrages, voudront se rendre dignes du rôle auquel vous les appelez; ils profiteront des institutions nouvelles. Mieux préparés, mieux dirigés aussi, ils vous donneront davantage ; aujourd'hui vous recevez un hommage, demain vous recueillerez une moisson.

» La frégate *la Magicienne* a quitté Brest à la fin de l'année 1876. Dès la première relâche à la Praya (îles du Cap-Vert), M. Lemercier, lieutenant de vaisseau, a commencé une série d'observations magnétiques qui a été continuée pendant toute la campagne. Dans chaque lieu, la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité ont été déterminées au moyen du théodolite de M. Marié-Davy. Le détail des opérations et le Tableau des résultats seront mis sous vos yeux.

» M. Dubois, médecin en second de la frégate, a commencé aussi à la Praya la collection des fonds de mer demandés par l'Académie. Ces fonds ont été recueillis de préférence sur les ancres au moment de l'appareillage ; ils appartiennent, par suite, à des couches relativement profondes, plus fixes

et plus homogènes que les couches superficielles. Il est regrettable que le temps et les instruments nous aient manqué pour faire des sondages par de grandes profondeurs.

» Après une relâche sans intérêt à Montevideo, la *Magicienne* a fait route pour le détroit de Magellan ; elle a remonté ensuite les canaux qui longent la côte ouest d'Amérique et vont déboucher au sud du golfe de Peñas. Dans ces parages, il y avait à faire une riche moisson. M. le Dr Savatier, médecin en chef de la division, s'est mis à la tête des chasseurs et des explorateurs ; un grand nombre de spécimens des trois règnes ont été recueillis, quelques espèces rares et même nouvelles ont été trouvées. MM. les professeurs du Muséum ont bien voulu faire préparer les éléments d'un compte rendu dont M. Savatier s'occupera dès son retour à Paris.

» Au cours de notre navigation dans les canaux, nous avons rencontré nombre de pirogues montées par des habitants de la Terre de Feu (*Fueginos*) ou plutôt par des habitants des îles qui s'étendent à l'ouest de la Terre de Feu proprement dite. Ces sauvages profitent de la belle saison pour remonter vers le nord et jouir des bienfaits d'une nature moins inclémente. Ils voyagent dans de mauvais bateaux au moyen de quelques rames grossières. En général, faibles, paresseux, rabougris, ils ne savent fabriquer que des instruments de chasse, de pêche et de guerre très-imparfaits. Vivant au milieu des loups marins, dont la fourrure est si chaude et si facile à assembler en vêtements, ils restent à peu près nus ; les huttes qu'ils construisent peuvent à peine passer pour un abri. C'est la race la plus abjecte que j'aie jamais rencontrée, et, chose étrange, cette race est éminemment sobre : le Fuégien repousse toute boisson fermentée ; il ne s'enivre jamais, montrant ainsi qu'il est d'une famille qu'on peut voir dégradée, mais qu'on ne peut comprendre sans une vertu.

» Après avoir franchi le détroit de Magellan, la frégate a visité Lota dans le golfe d'Araucanie, Valparaiso et la baie du Callao. Entre ces divers points, les études relatives aux vents et aux courants ont été continuées ; sur le dernier, les observations magnétiques ont même pris un intérêt nouveau : M. Lemercier a pu transporter son théodolite presque au sommet des Andes. Nous l'avons accompagné en suivant le chemin de fer de la Oroya, une voie dont les rails doivent unir la côte du Pacifique aux rives de l'Amazone, une folie qui pourrait devenir une merveille. Du Callao nous nous sommes rendus à Ancon, petit port situé à quelques lieues dans le nord de Lima et voisin d'une immense nécropole indienne où nous nous proposions de faire des fouilles.

» Ces fouilles ont été dirigées par M. Savatier et par M. de Cessac, jeune voyageur envoyé en mission par le département de l'Instruction publique. L'importance des résultats n'est pas encore connue; ce que je puis annoncer à l'Académie, c'est que nombre de squelettes, de vases, d'ustensiles ont été trouvés et que les éléments d'une belle étude ethnographique ont été réunis. Si ces éléments paraissent incomplets, il sera facile de s'en procurer de nouveaux: le nombre de sépultures intactes est encore considérable.

» Une traversée rapide nous a conduits d'Ancon à San-Francisco. Ce n'est point ici le lieu de parler des merveilles de ce pays, où la paix, la sécurité, la culture intellectuelle et toutes les élégances de la civilisation ont remplacé, dans l'espace d'un quart de siècle, les désordres et les violences des premiers jours; qu'il me soit permis seulement de rendre hommage à l'empressement, je devrais dire au zèle, avec lequel les Américains nous ont initiés à la connaissance de leurs industries et de leurs institutions.

» La rade de San-Francisco est une de celles où l'on peut se faire une idée juste des progrès que la marine à voiles, stimulée par la concurrence de la marine à vapeur, a pu, grâce à l'emploi du fer, accomplir dans ces derniers temps. Chaque année l'Angleterre expédie en Californie des centaines de clippers, dont le port va jusqu'à 2000 tonneaux. Ces navires, longs, étroits, fortement mâtés, grands marcheurs, apportent pour un fret modique des marchandises de faible valeur; ils reviennent en Europe avec du blé qu'ils chargent à 50 ou 60 francs la tonne. Les armateurs se plaignent et continuent leur trafic. La supériorité de marche des clippers à voiles, élément indispensable de leur succès, est due non-seulement à leurs formes, mais aussi à l'excellente organisation de leur voilure, et le trait caractéristique de cette voilure, c'est sa grande élévation. J'insiste sur ce point, parce qu'une série d'observations faites sur la *Magicienne* donne raison aux constructeurs qui, contrairement aux usages anciens, ont agrandi les voiles hautes aux dépens des voiles basses. Pendant la campagne un anémomètre de Robinson a été observé toutes les heures à une altitude de 8 mètres; deux fois par jour ce même instrument a été observé à une altitude de 36 mètres. Sauf de très-rares exceptions, la vitesse du vent a toujours été trouvée plus grande dans le second cas que dans le premier, et le rapport moyen déduit de milliers de lectures a été de 12 à 10. On voit par là combien il importe d'aller chercher la puissance motrice dans les régions supérieures. Je présente à l'Académie un spécimen des mâtures nouvelles. On pourrait les croire dangereuses, mais les cordes métalliques ont des propriétés que les constructeurs ont su utiliser, et d'ailleurs l'expérience a donné raison à leur audace.

» Le moment étant venu de visiter l'Océanie, la frégate a fait voile pour Tahiti. Nous avons, en chemin, touché aux Marquises et traversé le groupe des Pomotou. La précision des atterrages nous a confirmés dans la confiance que nous inspiraient déjà nos chronomètres. Ces instruments, que M. le directeur général du Dépôt des Cartes nous avait confiés au nombre de dix, avaient été mis aux mains de M. Lemercier. Les résultats qu'il a obtenus en déterminant et en appliquant les coefficients de température donnent la mesure de ce qu'on peut attendre des montres marines actuelles lorsqu'elles sont nombreuses et en bonnes mains. Pendant notre longue campagne, nous n'avons jamais constaté une erreur de plus de 2 milles, et les longitudes, déterminées *a posteriori* pour certains points douteux, tels que les Marquises, seront, sans nul doute, exactes à la seconde de temps.

» A Tahiti, un observatoire a été organisé; plusieurs étoiles australes ont été observées; les calculs qui doivent précéder leur insertion au Catalogue seront bientôt terminés.

» L'ethnographie de la race polynésienne a été l'objet d'études si savantes, qu'il siérait mal à des voyageurs sans compétence d'émettre une opinion sur le même sujet. Qu'il me soit permis cependant de vous faire part d'une impression qui a été trop générale pour ne pas toucher par quelque point à la vérité. Nous avons vu des familles d'Indiens dans toute l'Amérique, Fuégiens, Patagons, Araucans, naturels du Pérou et de la Bolivie, habitants des provinces du nord, gens de la côte et de l'intérieur : presque tous ont une physionomie morne et manifestent une sorte de répulsion pour l'Européen; leurs mouvements manquent de grâce; ils n'ont point de goût pour les arts; ceux qui vivent au bord de la mer sont des pêcheurs timides, et ce n'est que par la force qu'on en fait des marins. Le Polynésien, au contraire, qu'il soit né aux Sandwich, aux Gilbert ou aux Tonga, est d'humeur facile et confiante; il a reçu du ciel l'instinct de l'élégance et de la beauté; la femme fait des travaux d'ornement d'une exquise délicatesse; l'homme est supérieur dans les exercices du corps; tous ont pour la musique des dispositions surprenantes, et il est des îles, celles du groupe de la Société par exemple, où l'on entend des chœurs d'une harmonie irréprochable. De plus, les Polynésiens sont, sans exception, d'intrépides navigateurs; les femmes ne le cèdent point aux hommes pour l'indifférence aux dangers de la mer, et l'on raconte que la reine Pomaré, dans le cours de sa longue existence, n'a jamais retardé d'une heure, pour raison de mauvais temps, un voyage annoncé. Comment admettre que des peuples de dispositions et d'aptitudes si différentes puissent avoir une origine commune?

» En quittant l'Océanie, nous avons fait route pour la côte du Chili, et

nous sommes arrivés à Valparaiso le 4 janvier 1878, à temps pour recevoir des mains du capitaine du paquebot l'équatorial et la lunette photographique destinés par l'Académie à l'observation du passage de Mercure.

» Les instruments et leurs accessoires ayant été trouvés en excellent état, il ne restait qu'à régler l'installation de l'observatoire et à préparer les observateurs. Ces soins ont été dévolus à M. le commandant Fleuriais, que son instruction et son expérience appelaient naturellement à ce rôle.

» En attendant l'époque où la *Magicienne* devait quitter les côtes du Chili, nous nous sommes occupés d'une détermination intéressante pour les marins et les géographes, celle de la différence en longitude entre Buenos-Ayres et Valparaiso. Ces deux points sont reliés télégraphiquement; mais, sur le parcours, il y a plusieurs lignes appartenant à diverses Compagnies. Il fallait obtenir l'établissement d'une communication directe et la libre disposition des appareils pendant quelques heures. Grâce à l'obligeance de M. Zarratea, ministre de la République Argentine, les difficultés de détail ont été levées; un officier de l'*Hamelin*, envoyé par M. le contre-amiral Allemand, commandant en chef de la station de l'Atlantique sud, a pu recevoir et renvoyer nos signaux. On doit regretter que les circonstances de temps trouvées par M. Martin à Buenos-Ayres n'aient pas été plus favorables; on doit regretter aussi que nous n'ayons pu disposer, pour fixer les états des montres, que de nos instruments à réflexion. Il n'en reste pas moins acquis que la différence de longitude entre deux points choisis sur les côtes est et ouest d'Amérique est connue à une seconde près, c'est-à-dire avec une précision que ne comportent pas les observations lunaires.

» Nous sommes partis de Valparaiso le 20 mars et, remontant la côte, nous avons laissé tomber l'ancre pour la deuxième fois dans la rade du Callao. Obligés, pour le service de la station, d'y séjourner plusieurs semaines, nous trouvant sous un climat analogue à celui de Payta, point choisi à cause de la pureté de son ciel pour les observations du 6 mai, nous résolûmes d'organiser notre observatoire, de le rendre amovible, de faire toutes les études préalables, et de nous transporter prêts et armés à Payta quelques jours avant le passage.

» Les dessins envoyés à l'Académie montrent en détail les dispositions adoptées. Les instruments ont été montés sur des piliers en briques ou en béton. Établis au centre de fosses profondes, entourés après leur érection de matières compressibles, telles que paille, sciure de bois et copeaux, ces piliers ne transmettaient aux lunettes aucune des vibrations du sol. Les opérateurs de la lunette photographique et les observateurs du chrono-

graphe étaient établis sous des cabanes légères; une voile soutenue par des espars mettait l'équatorial à l'abri du vent.

» Peu de jours suffirent pour compléter ces préparatifs et distribuer les rôles. Sans plus attendre, M. Fleuriais commença l'instruction du personnel. Au bout de vingt jours, cette instruction nous paraissant complète et la frégate n'étant plus retenue au Callao par les exigences du service, nous partîmes pour Payta.

» Nous avons mouillé dans ce port le 28 avril : vingt-quatre heures après nos lunettes étaient remontées. Aucune disposition nouvelle n'a été prise; seulement on a eu le soin de tracer sur les murs des maisons voisines l'épure du passage, et l'on a élevé dans l'ouest de l'observatoire une tente destinée à le protéger contre le vent.

» Pendant les journées qui ont précédé le 6 mai, chacun s'est rendu à son poste et l'on a fait des répétitions complètes; la sensibilisation des plaques a été définitivement réglée. Aussi bien préparés que possible, nous avons attendu le moment décisif. Le 5, nous avons conçu quelques appréhensions : le temps s'est couvert et l'atmosphère s'est chargée; mais le 6, le Soleil s'est levé dans un ciel d'une pureté parfaite, et les observateurs ont pu étudier le phénomène sans interruption.

» Il est inutile de rappeler ici des résultats que vous connaissez déjà. La réussite a répondu à vos désirs; aussi je pense que, si des observations analogues doivent être entreprises avec les mêmes instruments, il n'y a point à chercher d'autres dispositions que celles qui avaient été adoptées. Je ne voudrais, pour ma part, ajouter que deux recommandations, celle de drainer les fosses des piliers si l'on s'établit dans un pays pluvieux, celle de donner à l'équatorial des abris moins précaires et plus efficaces.

» Après avoir quitté Payta, la *Magicienne* a fait pour la seconde fois le tour de l'océan Pacifique, en passant par Panama, les archipels et San-Francisco. Au cours de ces diverses traversées, des observations régulières relatives aux températures de l'air et de l'eau, à la force et à la direction du vent, aux variations barométriques, à l'intensité des courants, ont été poursuivies par M. le lieutenant de vaisseau Bretel. Les résultats ont été consignés dans des Bulletins hydrographiques et météorologiques qui seront prochainement réunis et classés.

» A son retour en France, la frégate a touché Valparaiso, mouillé à l'entrée du golfe de Peñas, traversé les canaux et le détroit de Magellan. Une fois encore, nous avons admiré le spectacle étrange et grandiose de ces régions qui semblent à peine échappées aux convulsions des premiers

âges. Plus heureux qu'au début, grâce au talent de M. le lieutenant Feyseau et de plusieurs jeunes officiers formés à son école, nous avons conservé la trace de nos impressions. L'Académie pourra, en parcourant l'album mis sous ses yeux, saisir le caractère des paysages magellaniques.

» La difficulté, bien souvent même l'impossibilité de naviguer la nuit dans les canaux et dans le détroit, nous ont obligés à de fréquentes relâches. Elles ont été utilisées, et nous avons ajouté aux plantes recueillies au Chili un bon nombre d'espèces, notamment de celles demandées par le Muséum. L'arbre de Winter, le hêtre antarctique, plusieurs conifères, une grande variété de mousses et de fougères ont été transplantés dans des bâches avec tout le soin possible. Malheureusement la traversée du cap des Vierges à Sainte-Hélène a été longue, et nos collections ont été soumises à une température trop élevée; beaucoup de sujets ont péri, et, ce qui nous cause un vif regret, nous n'avons pu sauver ni un seul de nos fraisiers du Chili, ni une de ces fougères antarctiques qui sont fines comme une dentelle et si légères, qu'un souffle les fait onduler.

» A Sainte-Hélène, M. Lemercier a terminé la série de ses observations magnétiques. La discussion des résultats de son travail sera intéressante; elle confirmera, si je ne me trompe, plusieurs des vérités signalées par Humboldt et Bravais. De Sainte-Hélène la *Magicienne* a fait voile vers la France, emportant de sa dernière relâche quelques plants de fougère arborescente, curieux à cause de leur origine.

» Messieurs, les résultats obtenus pendant la campagne qui vient d'être sommairement racontée seraient bien pauvres si le bâtiment qui portait mon pavillon avait reçu une destination scientifique; vous leur avez attribué une certaine valeur parce qu'ils sont le fruit du travail d'hommes de bonne volonté. Ces hommes seront toujours heureux de pouvoir utiliser l'expérience qu'ils ont acquise et toujours prêts à se consacrer sous votre direction à l'avancement de la Science. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Poulet** adresse un Mémoire intitulé : « Sur la formation de la houille ».

(Commissaires : MM. Fremy, Daubrée.)

M. **Bourcier** adresse une Note intitulée : « Loi relative à l'alternance du sexe des ovules ».

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

CORRESPONDANCE.

M. **Gyldén**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Schiaparelli**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Huxley**, élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé : « Les Eaux minérales d'Auvergne », par M. le Dr *Boucomont*.

2° Un Ouvrage de M. *Gaussin*, intitulé : « Annuaire des courants de marée de la Manche pour l'an 1879 ». (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

3° Un Ouvrage de M. *Greene*, portant pour titre : « Trusses and arches analysed and discussed by graphical methodes. Part II : Bridge-Trusses. » (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

4° Un Ouvrage de M. *A. Bajo*, portant pour titre « Sulle oscillazioni, equilibrio dinamico, e prove delle travi metalliche ».

(Ces deux derniers Ouvrages sont renvoyés à l'examen de M. Tresca.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* II, 1867, *faites à l'Observatoire de Florence* (Arcetri). Note de M. **Tempel**, présentée par M. Lœwy.

« La petitesse de cet astre paraît rendre son observation difficile. M. Tempel a néanmoins pu obtenir les positions suivantes :

Dates. 1879.	Temps moyen de Florence.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.
	h m s	h m s	° ′ ″
Mai... 1	15. 5. 2	13.52.16,15	—14.20.42,2
13	11.30.36	16.50.35,77	15.58. 6,8
17	12.11.58	16.49. 2,18	—16.35.29,9

» La correction de la nouvelle éphéméride de M. Raoul Gautier est à

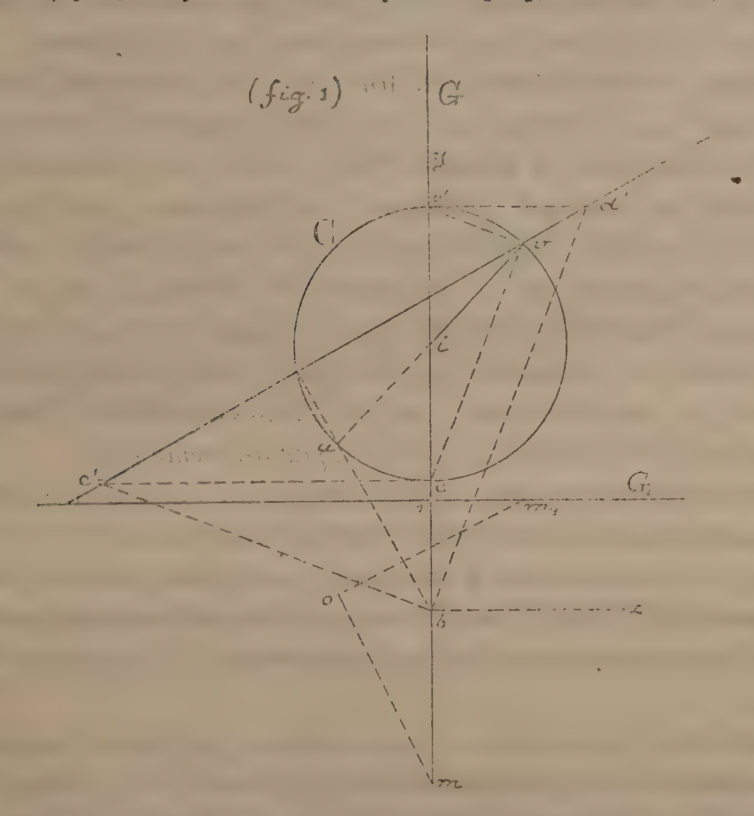
peu près — 10^s en ascension droite et $+1',5$ en déclinaison. La comète est toujours restée très-peu lumineuse; toutefois, l'éclat de la partie centrale granulée semble avoir un peu augmenté. »

GÉOMÉTRIE. — *Transformation d'un pinceau de normales.* Note de M. A. MANNHEIM.

« Le mode de transformation dont je me suis occupé dans ma dernière Communication ([1]) s'applique, ainsi que je l'ai annoncé, à un système quelconque de droites.

» Je vais étudier aujourd'hui son application à un pinceau de normales.

» Soient m (*fig.* 1) un point d'un ellipsoïde $[m]$, de centre o, et G la nor-



male en ce point. En faisant tourner le plan (o, G) d'un angle droit autour du point o, le point m vient en m_1 et la droite G en G_1. Le lieu des points tels que m_1 est une surface de l'onde $[m_1]$.

» Il résulte de ce que j'ai démontré à la fin de ma dernière Communica-

([1]) Séance du 2 juin 1879.

tion que le pinceau de normales [G] à l'ellipsoïde se transforme ainsi en un pinceau de normales [G_1] à la surface de l'onde ([1]).

» Je me propose de faire connaître une construction *plane* qui donne les éléments du pinceau [G_1], c'est-à-dire les centres de courbure principaux et les plans des sections principales de la surface de l'onde [m_1], connaissant les éléments analogues pour l'ellipsoïde.

» Pour y arriver, transformons [G]. Nous n'avons pour cela qu'à transformer les surfaces élémentaires de ce pinceau qui sont actuellement des éléments de normalies à l'ellipsoïde. Nous obtiendrons ainsi les surfaces élémentaires de [G_1], c'est-à-dire des éléments de normalies à la surface de l'onde.

» Soient c et d les centres de courbure principaux de l'ellipsoïde. Prenons une normalie à cette surface, celle, par exemple, qui est normale en b au plan (o, G), que nous prenons pour plan de la figure.

» L'élément de cette normalie le long de G est représenté par la droite auxiliaire $c'd'$: ses normales en c et d étant perpendiculaires entre elles, l'angle $d'b'c'$ est droit; la droite bd' fait, avec la perpendiculaire bx à G, un angle xbd' qui est égal à l'angle α que font entre elles les normales, en b et d à la normalie. Cet angle α est alors l'angle compris entre le plan de la figure et le grand axe de l'indicatrice de l'ellipsoïde en m.

» Un autre élément de normalie est représenté par une droite auxiliaire que l'on obtient en menant d'un point de G des droites parallèles à bd' et bc'. De là, on voit facilement que : *les droites auxiliaires de toutes les surfaces élémentaires du pinceau* [G] *passent par un même point.*

» Pour déterminer ce point, nous n'avons qu'à construire deux droites auxiliaires. Supposons que b vienne successivement en c et d. Les droites auxiliaires, correspondantes à chacun de ces points, sont cv, dv, menées parallèlement à bd' et bc'. Ces droites sont perpendiculaires entre elles, et leur point de rencontre v est sur la circonférence C décrite sur cd comme diamètre.

» D'après cela, nous disons : *Le point fixe v, par lequel passent toutes les droites auxiliaires des surfaces élémentaires du pinceau* [G], *est sur la circonférence* C *décrite sur cd comme diamètre. L'angle cdv est égal à l'angle α que le grand axe de l'indicatrice de l'ellipsoïde en m fait avec le plan de la figure.*

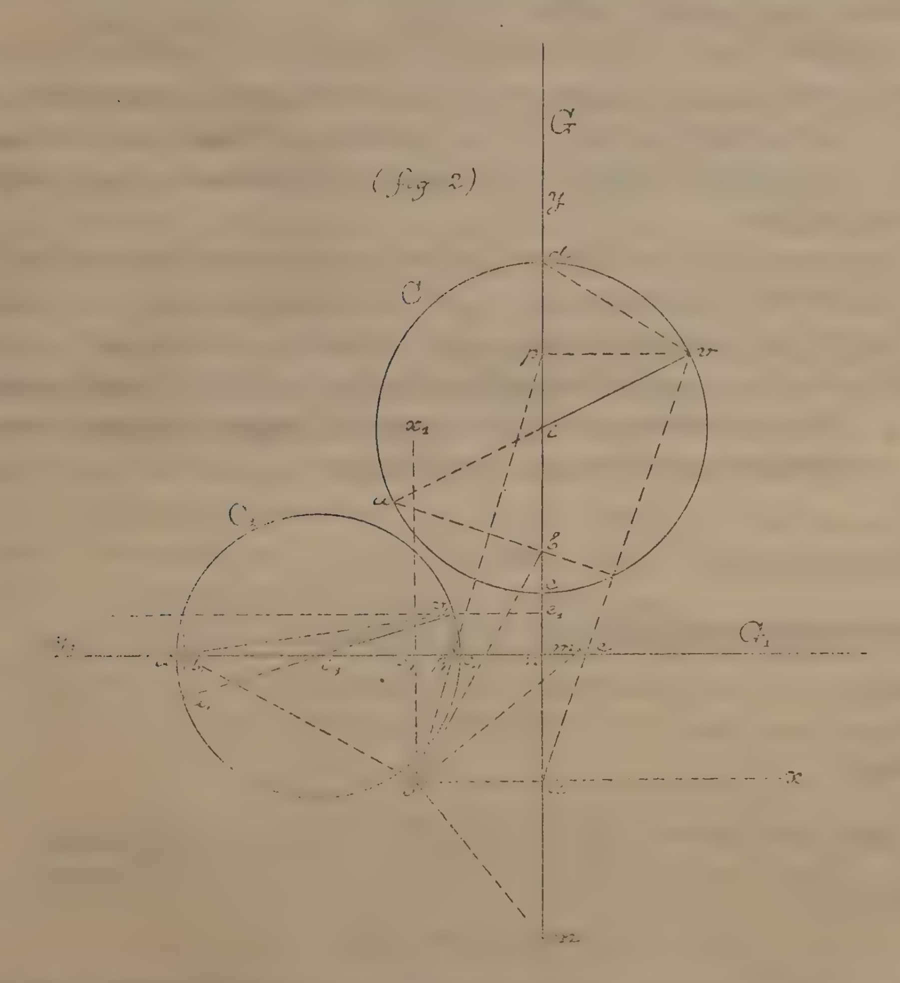
» En employant une propriété démontrée dans mon *Mémoire sur les*

([1]) Je parle de surface de l'onde, mais tout ce qui va suivre est vrai pour une surface apsidale.

pinceaux de droites, on peut ajouter que le pied de la perpendiculaire abaissée de b sur la droite auxiliaire correspondante $c'd'$ est un point de C. Cette perpendiculaire passe alors par le point u diamétralement opposé au point v. Ajoutons alors que : *les perpendiculaires aux droites auxiliaires des surfaces élémentaires du pinceau* [G], *abaissées respectivement des origines de ces droites, passent par un point fixe* u, *qui est sur* C *diamétralement opposé au point* v.

» En employant ces remarques préliminaires, il est maintenant très-facile d'avoir les éléments du pinceau [G_1]. D'après ce qui précède, nous devons chercher (*fig.* 2) de grandeur et de position le segment $i_1 v_1$ qui est analogue à iv.

» Pour cela, nous n'avons qu'à construire les droites auxiliaires des sur-



faces élémentaires de [G_1], au moyen des droites analogues relatives à [G].

» Prenons comme droite auxiliaire d'une surface élémentaire de [G] la perpendiculaire vp à G. A cette droite correspond, d'après ce que j'ai

démontré dans ma dernière Communication, la perpendiculaire $p_1 v_1$ à G_1. Prenons comme droite auxiliaire la droite va qui passe par le pied a de la perpendiculaire oa à G. A cette droite correspond la droite auxiliaire $e_1 v_1$, parallèle à G_1, et dont la distance à cette droite est égale à ne. On a alors $v_1 p_1 = ne$, et le point v_1 est déterminé [1].

» La surface élémentaire, qui a va pour droite auxiliaire, est normale au plan (o, G) au point b où G est rencontrée par la perpendiculaire abaissée de u sur va. La surface élémentaire correspondante à celle-ci est alors normale au plan (o, G) au point b_1, qui est tel que l'angle bob_1 est droit. Comme la perpendiculaire abaissée de b_1 sur $e_1 v_1$ doit passer par le point u_1, qui sur C_1 est diamétralement opposé à v_1, le centre de cette circonférence est au point i_1, milieu de $p_1 b_1$.

» *Le segment $i_1 v_1$ est alors construit de grandeur et de position, et, en décrivant du point i_1, avec $i_1 v_1$ pour rayon, la circonférence C_1, nous obtenons les centres de courbure principaux c_1, d_1 de la surface de l'onde $[m_1]$. En outre, l'angle $i_1 d_1 v_1$ est égal à l'angle que le grand axe de l'indicatrice en m_1 fait avec le plan de la figure.*

» Déduisons de là les relations qui existent entre les éléments de C et de C_1. Appelons l la distance ia, y et x les coordonnées de v, en prenant pour axes G et la perpendiculaire oax. De même, nous avons l_1 pour la distance $i_1 a_1$ et y_1, x_1 pour les coordonnées de v_1 par rapport aux axes $a_1 y_1$ et $a_1 x_1$. Enfin représentons par k la longueur des segments égaux oa et oa_1.

» Les triangles semblables vpa, ena donnent

$$(1) \qquad x_1 = \frac{kx}{y}.$$

» Les triangles semblables oap, $a_1 p_1 o$ donnent

$$(2) \qquad y_1 = -\frac{k^2}{y}.$$

» On a

$$ac \times ad \quad \text{ou} \quad l^2 - [x^2 + (y - l)^2] = ap \times ab = y \times a_1 b_1,$$

d'où

$$(3) \qquad l - l_1 = \frac{k^2 + x^2 + y^2}{2y}.$$

---

(1) On peut construire le point v_1 au moyen d'autres droites auxiliaires; par exemple, on peut employer la droite nv_1, qui est perpendiculaire à nv.

» Les relations (1), (2), (3) permettent d'obtenir facilement celles qui existent entre les éléments de [G] et de [G_1]. On trouve des relations de mêmes formes en déterminant l, x, y en fonction de l_1, x_1, y_1. On pouvait prévoir ce résultat, puisqu'on peut faire dériver l'ellipsoïde de la surface de l'onde au moyen du même mode de transformation.

» Indépendamment du problème résolu, on doit retenir de cette Communication ce fait remarquable : *Un pinceau de normales est représenté de forme et de position par une circonférence de cercle dont le centre est sur le rayon du pinceau et sur laquelle un seul point est marqué.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'emploi des fonctions elliptiques dans la théorie du quadrilatère plan.* Note de M. G. **Darboux**.

« La théorie des systèmes articulés, qui doit son origine à la belle découverte du colonel Peaucellier, et à laquelle les travaux récents des géomètres anglais ont donné une réelle importance, repose tout entière sur la considération de polygones dont les angles changent, mais dont les côtés conservent des dimensions invariables. On a donc été conduit à considérer les figures géométriques sous un point de vue nouveau et à étudier les relations auxquelles peut donner naissance la déformation d'une figure polygonale dont les différents côtés conservent toujours leur grandeur et peuvent être assimilés à des tiges solides articulées les unes aux autres. Je me propose de traiter ici le plus simple des polygones articulés, le quadrilatère, et de mettre en évidence l'utilité de l'emploi des fonctions elliptiques dans la recherche des propriétés géométriques et des relations entre les angles, les côtés et les diagonales du quadrilatère.

» Considérons un quadrilatère (a, b, c, d), c'est-à-dire de côtés a, b, c, d, et appelons ω_1, ω_2, ω_3 les angles que font les côtés a, b, c, supposés parcourus dans un sens déterminé, avec le côté d. On aura les deux équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &ae^{i\omega_1} + be^{i\omega_2} + ce^{i\omega_3} + d = 0,\\ &ae^{-i\omega_1} + be^{-i\omega_2} + ce^{-i\omega_3} + d = 0,\end{aligned}\right.$$

qui contiennent la théorie complète du quadrilatère. Or, si l'on pose

$$e^{i\omega_1} = t_1,\quad e^{i\omega_2} = t_2,\quad e^{i\omega_3} = t_3,$$

les formules précédentes deviennent

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &at_1 + bt_2 + ct_3 + d = 0,\\ &\frac{a}{t_1} + \frac{b}{t_2} + \frac{c}{t_3} + d = 0.\end{aligned}\right.$$

» Si nous regardons t_1, t_2, t_3 comme les coordonnées d'un point de l'espace, les équations précédentes représentent une *cubique plane*. On voit donc que la théorie du quadrilatère articulé est ainsi ramenée à celle d'une cubique, représentée par les deux équations précédentes. On pourra donc, en particulier, exprimer les quantités t_i, c'est-à-dire les lignes trigonométriques des angles ω_i, au moyen des fonctions elliptiques $\operatorname{sn}\lambda$, $\operatorname{cn}\lambda$, $\operatorname{dn}\lambda$ d'un certain argument λ. Le présent travail est consacré à la recherche de ces expressions et à l'exposition de quelques conséquences géométriques des formules trouvées. Mais, avant de commencer cette étude, je montrerai comment la considération de la cubique plane ainsi associée au quadrilatère peut conduire à une classification rationnelle des différentes formes qu'il peut présenter.

» Considérons la fonction symétrique

$$P = (a + b - c - d)(a + c - b - d)(a + d - b - c)$$

des quatre côtés du quadrilatère. Tant que cette fonction ne sera pas nulle, la cubique associée au quadrilatère n'aura pas de point double. On aura alors ce que l'on peut appeler le *quadrilatère général* ou *elliptique*, car la théorie dépend alors réellement de fonctions elliptiques dont le module est différent de 1 et de zéro. Il conviendra de partager les quadrilatères généraux en deux classes, correspondant aux deux signes différents de la quantité P. Il est facile de caractériser ces deux classes par différentes propriétés géométriques. Si l'on fixe, par exemple, deux sommets consécutifs A, B d'un quadrilatère articulé ABCD, on obtient un mécanisme qui transforme une rotation de BC autour de B en une rotation de AD autour de A. Si l'on veut que les deux rotations qui se transforment ainsi l'une dans l'autre soient continues toutes les deux, on reconnaîtra aisément que cela ne peut avoir lieu que si la quantité P est négative, AB étant le plus petit côté du quadrilatère.

» Lorsque la quantité P aura *un seul* de ses facteurs nuls, la cubique aura *un seul* point double. On obtiendra alors le quadrilatère le plus général *circonscriptible à un cercle*. On voit qu'on pourrait aussi l'appeler *unicursal*, puisque, la cubique associée ayant un point double, on pourra exprimer les lignes trigonométriques des angles du quadrilatère en fonctions rationnelles d'un seul paramètre.

» Lorsque la quantité P aura *deux* de ses facteurs nuls, la cubique associée aura *deux* points doubles ; elle se décomposera en une droite et en une conique. Aux valeurs des quantités t satisfaisant à l'équation de la droite correspondra le mouvement dans lequel le quadrilatère affecte la forme d'un

parallélogramme. Si le point (t_1, t_2, t_3) se déplace au contraire sur la conique, le quadrilatère sera circonscriptible à deux cercles, c'est-à-dire qu'il deviendra, soit un contre-parallélogramme (a, b, a, b), soit un quadrilatère qu'on pourrait appeler *bi-isoscèle* (a, a, b, b). Enfin, quand la quantité P a ses *trois* facteurs nuls, la cubique se décompose en *trois* droites et le quadrilatère devient un *losange*.

» Ces remarques préliminaires étant faites, revenons au quadrilatère général. Un premier moyen d'exprimer les angles du quadrilatère repose sur l'emploi de l'identité suivante, donnée par Jacobi dans le tome XV du *Journal de Crelle* (p. 200):

$$(3)\left\{\begin{aligned}&\operatorname{sn}(\omega - x)\operatorname{sn}(y - z) + \operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(z - x) + \operatorname{sn}(\omega - z)\operatorname{sn}(x - y)\\&\quad + k^2 \operatorname{sn}(\omega - x)\operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(\omega - z)\operatorname{sn}(y - z)\operatorname{sn}(z - x)\operatorname{sn}(x - y) = 0.\end{aligned}\right.$$

» Dans cette identité, changeons ω en $\omega + iK'$; elle deviendra

$$(4)\quad \frac{\operatorname{sn}(y - z)}{\operatorname{sn}(\omega - x)} + \frac{\operatorname{sn}(z - x)}{\operatorname{sn}(\omega - y)} + \frac{\operatorname{sn}(x - y)}{\operatorname{sn}(\omega - z)} + \frac{\operatorname{sn}(y - z)\operatorname{sn}(z - x)\operatorname{sn}(x - y)}{\operatorname{sn}(\omega - x)\operatorname{sn}(\omega - y)\sin(\omega - z)} = 0.$$

» Comparons les identités précédentes aux formules (2). On voit immédiatement que, si l'on détermine $y - z$, $z - x$, k par les trois équations

$$(5)\quad \frac{\operatorname{sn}(y - z)}{a} = \frac{\operatorname{sn}(z - x)}{b} = \frac{\operatorname{sn}(x - y)}{c} = \frac{k \operatorname{sn}(x - y)\operatorname{sn}(y - z)\operatorname{sn}(z - x)}{d},$$

on pourra poser

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned}e^{i\omega_1} &= k \operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(\omega - z),\\ e^{i\omega_2} &= k \operatorname{sn}(\omega - x)\operatorname{sn}(\omega - z),\\ e^{i\omega_3} &= k \operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(\omega - x),\end{aligned}\right.$$

et ces formules, contenant l'arbitraire ω, résoudront complétement la question proposée. Je n'entrerai pas dans le détail des calculs, et je me contenterai de remarquer que, pour obtenir des angles ω_i réels, il suffit de prendre pour ω des valeurs complexes dans lesquelles le coefficient de i est $-\frac{K'}{2}$.

» J'ajouterai que le module k est une fonction très-simple de l'expression

$$\frac{P(a + b + c + d)}{abcd},$$

en sorte que tous les quadrilatères pour lesquels l'expression précédente aura la même valeur conduiront à des fonctions elliptiques de même module. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en séries dont les termes sont les fonctions* Y_n *de Laplace.* Note de M. A. DE SAINT-GERMAIN.

« Poisson a essayé, à diverses reprises, de démontrer qu'une fonction bien déterminée de deux variables, $F(\theta, \psi)$, peut toujours être développée en une série dont les termes sont les fonctions Y_n introduites dans l'Analyse par Laplace; cette importante proposition a été établie par Dirichlet, puis par plusieurs géomètres, entre autres par M. Darboux, qui en a donné une démonstration extrêmement simple; mais je ne crois pas qu'on ait remarqué qu'il aurait suffi d'ajouter bien peu de chose aux résultats obtenus par Poisson pour faire une démonstration complète et digne d'intérêt. Si l'on désigne par α une quantité moindre que l'unité et par P_n ce que devient le polynôme X_n quand on y remplace x par

$$p = \cos\theta\cos\theta' + \sin\theta\sin\theta'\cos(\psi - \psi'),$$

on a l'égalité

$$\frac{1-\alpha^2}{(1-2p\alpha+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}} = P_0 + 3\alpha P_1 + 5\alpha^2 P_2 + \ldots + (2n+1)\alpha^n P_n + \ldots$$

Multiplions par $\frac{1}{4\pi}F(\theta', \psi')\sin\theta' d\theta' d\psi'$, et intégrons :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{1-\alpha^2}{4\pi}\int_0^\pi\int_0^{2\pi}\frac{F(\theta',\psi')\sin\theta' d\theta' d\psi'}{(1-2p\alpha+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}} \\ &\quad = \sum\frac{2n+1}{4\pi}\alpha^n\int_0^\pi\int_0^{2\pi}P_n F(\theta',\psi')\sin\theta' d\theta' d\psi'. \end{aligned}\right.$$

» Tant que $\alpha < 1$, le second membre forme une série convergente, qu'on peut écrire, d'après une des définitions des Y_n, sous la forme

$$(2)\qquad Y_0 + \alpha Y_1 + \alpha^2 Y_2 + \ldots + \alpha^n Y_n + \ldots,$$

et l'égalité (1) est incontestable. Poisson s'est demandé ce qu'elle devient quand on fait tendre indéfiniment α vers l'unité. Il a d'abord prouvé, par une analyse très-ingénieuse, que la limite du premier membre est $F(\theta, \psi)$; la limite du second membre est la série

$$(3)\qquad Y_0 + Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n + \ldots.$$

Mais, pour que cette série représente $F(\theta, \psi)$, il faut d'abord qu'elle soit convergente et que, de plus, la série (2) varie d'une manière continue quand α tend vers l'unité, et ce sont ces deux propriétés que Poisson n'a pu démontrer. Toutefois il avait prouvé que les termes de la série (3) vont en décroissant indéfiniment quand la fonction $F(\theta, \psi)$ a une valeur unique et déterminée pour chaque direction du rayon vecteur défini par les coordonnées θ et ψ, ce qui revient à dire que cette fonction ne change pas quand on change ψ en $\psi + 2k\pi$ et qu'elle est indépendante de ψ quand $\theta = k\pi$, et c'est le seul cas qui se présente dans les applications à la Mécanique ou à la Physique. Soit donc A la valeur maximum de l'expression

$$\frac{\partial}{\partial\theta'}\left(\sin\theta'\frac{\partial F}{\partial\theta'}\right) + \frac{1}{\sin\theta'}\frac{\partial^2 F}{\partial\psi'^2};$$

$F(\theta', \psi')$ satisfaisant aux conditions énoncées, on a

$$Y_n = \frac{2n+1}{4\pi}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n F(\theta', \psi')\sin\theta' d\theta' d\psi' < \frac{(2n+1)A}{4\pi n(n+1)}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n \sin\theta' d\theta' d\psi'.$$

Or cette inégalité ne prouve pas que la série (2) soit fonction continue de α, ni même que la série (3) soit convergente; mais ces deux points seront établis, comme on va le voir, si je montre que l'on a, en valeur absolue,

$$(4) \qquad \int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n \sin\theta' d\theta' d\psi' < \frac{4\pi}{\sqrt{2n+1}}.$$

Cette inégalité sera prouvée si je montre qu'elle est vraie quand on remplace, dans tous les éléments de l'intégrale double, P_n par sa valeur arithmétique; l'intégrale représenterait alors la masse M d'une couche sphérique de rayon égal à l'unité, dont la densité au point (θ', ψ') serait égale à la valeur absolue de P_n. Pour calculer M, je divise la couche en un nombre très-grand μ d'éléments égaux en surface, et je suppose que les densités moyennes de ces éléments soient respectivement $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_\mu$; on a

$$M = \lim \frac{4\pi}{\mu}(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + \varepsilon_\mu).$$

» Considérons une seconde couche dont la densité au point (θ', ψ') soit P_n^2; sa masse sera, en vertu d'une formule connue,

$$M' = \int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n^2 \sin\theta' d\theta' d\psi' = \frac{4\pi}{2n+1}.$$

Sur les éléments que nous avons considérés d'abord, la densité moyenne de cette couche serait $\varepsilon_1^2, \varepsilon_2^2, \ldots, \varepsilon_\mu^2$, et l'on aurait

$$M' = \lim \frac{4\pi}{\mu}(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \ldots + \varepsilon_\mu^2),$$

d'où

$$\lim \frac{1}{\mu}(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \ldots + \varepsilon_\mu^2) = \frac{1}{2n+1}.$$

Mais on a

$$\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + \varepsilon_\mu}{\mu} < \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \ldots + \varepsilon_\mu^2}{\mu}},$$

car cela revient, en élevant au carré et multipliant par μ^2, à

$$(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + \ldots + (\varepsilon_{\mu-1} - \varepsilon_\mu)^2 > 0.$$

En supposant que μ devienne infini, on voit que

$$M < \frac{4\pi}{\sqrt{2n+1}},$$

et l'inégalité (4) est démontrée *a fortiori*. On a donc

$$Y_n < \frac{A\sqrt{2n+1}}{n(n+1)} < \frac{A\sqrt{2}}{\sqrt{n^3}}.$$

» Soient $\omega_0, \omega_1, \omega_2, \ldots$ des quantités moindres que l'unité en valeur absolue et indépendantes de α; la série (2) peut s'écrire

$$(5) \qquad A\sqrt{2}\left(\omega_0 + \omega_1\alpha + \omega_2\frac{\alpha^2}{2\sqrt{2}} + \ldots + \omega_n\frac{\alpha^n}{n\sqrt{n}} + \ldots\right).$$

La série à termes positifs

$$1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{2\sqrt{2}} + \ldots + \frac{1}{n\sqrt{n}} + \ldots$$

étant convergente, on obtient une nouvelle série convergente en multipliant ses termes par $\omega_0, \omega_1, \ldots$; si l'on multiplie les termes de celle-ci par les puissances successives de α, qui varient d'une manière continue avec α et ne dépassent pas l'unité tant que α ne la dépasse pas, on obtient la série (5), qui est continue et reste convergente pour $\alpha = 1$; alors elle se confond avec la série (3), et les deux membres de l'égalité (1) restent égaux à la limite, ce qui donne la formule de Laplace

$$F(\theta, \psi) = \sum \frac{2n+1}{4\pi}\int_0^\pi \int_0^{2\pi} P_n F(\theta', \psi') \sin\theta' d\theta' d\psi' = \Sigma Y_n. \text{ »}$$

OPTIQUE. — *Sur les lois de la dispersion*. Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* (12 et 26 mai 1879), j'ai montré comment on peut produire dans le spectre infra-rouge des bandes d'interférence de longueur d'onde connue; la nature de ces bandes, la possibilité de déterminer par des séries de mesures accouplées la position de leur partie centrale à environ 1 minute près, même avec une ouverture de pile de 10 minutes, me permettent d'assurer la valeur de longueur d'onde correspondant à cette partie centrale à environ $\frac{1}{100}$ près. Le procédé même qui fixe cette valeur donne en même temps les indices ordinaire et extraordinaire du quartz qui y correspondent. Enfin, si dans le spectroscope que j'ai décrit on substitue aux prismes de quartz des prismes d'une autre substance, les mêmes bandes, pointées dans le nouveau spectre, donnent les indices de cette substance correspondant à ces mêmes longueurs d'onde, indices déterminés, toujours pour les mêmes raisons, avec quatre chiffres décimaux exacts. Je puis ainsi suivre la loi de dispersion des différents corps jusqu'à une longueur d'onde $2^{\mu},14$ ($D = 0^{\mu},5888$), c'est-à-dire, en rapprochant mes résultats de ceux de la partie lumineuse et ultra-violette, disposer d'un champ d'observation de deux octaves et une quinte, tandis que les spectres lumineux et ultra-violets ne fournissent guère qu'une octave.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats relatifs aux spectres ordinaire et extraordinaire du quartz et à celui d'un flint lourd ordinaire.

Quartz. — La colonne I renferme les longueurs d'onde λ dans l'air, II les indices correspondants observés, III les indices calculés par la série pure de Cauchy,

$$\frac{1}{n^2} = A + \frac{B}{l^2} + \frac{C}{l^4},$$

dans laquelle l désigne la longueur d'onde dans le corps, c'est-à-dire $l = \frac{\lambda}{n}$; les trois constantes ont été calculées avec les indices et les longueurs d'onde de M. Mascart pour les raies C, G, O; la colonne IV donne les différences entre le calcul et l'observation. Je n'écris que les résultats relatifs aux radiations obscures, chacun sachant ce qu'il en est dans les radiations lumineuses, et je me borne partout aux quatre chiffres décimaux sûrs.

Spectre ordinaire.

I.	II.	III.	IV.
$0^{\mu},88$	1,5371	1,5378	0,0007
1,08	1,5338	1,5359	0,0021
1,45	1,5289	1,5344	0,0055
1,77	1,5247	1,5337	0,0090
2,14	1,5191	1,5334	0,0143

Spectre extraordinaire.

I.	II.	III.	IV.
$0^{\mu},88$	1,5460	1,5467	0,0007
1,08	1,5427	1,5450	0,0023
1,45	1,5377	1,5434	0,0057
1,77	1,5335	1,5427	0,0092
2,14	1,5278	1,5423	0,0145

Flint (indice pour D = 1,61790). — Les colonnes I, II renferment les mêmes éléments que ci-dessus; les indices de la colonne III ont été calculés par la série simplifiée de Cauchy $n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$, dont j'ai déterminé les trois constantes par la méthode des moindres carrés, au moyen des indices observés des sept raies principales de Fraunhofer; la colonne IV donne encore les différences.

I.	II.	III.	IV.
$0^{\mu},88$	1,6040	1,6063	0,0023
1,08	1,5698	1,6028	0,0030
1,45	1,5939	1,5998	0,0059
1,77	1,5894	1,5986	0,0092
2,14	1,5841	1,5978	0,0137

» La démonstration est concluante : *la formule de Cauchy, sous sa forme primitive ou sous la forme simple dérivée, n'est pas l'expression de la loi physique de la dispersion.*

» J'ai essayé alors la formule

$$\frac{1}{n^2} = Kl^2 + A + \frac{B}{l^2} + \frac{C}{l^4}.$$

Le résultat n'a pas été moins net, et il est inutile que je le présente en Tableaux : dans la limite, bien entendu, de mes erreurs, *la concordance est absolue.*

» Voici la valeur des constantes relatives aux trois cas précédents; j'emprunte celles du quartz à M. Ketteler, qui les a calculées d'après les

indices et les longueurs d'onde déterminés par M. Mascart; j'ai calculé celles du flint au moyen des raies B, F, G et $\lambda = 1^{\mu},08$:

Quartz ordinaire.	Quartz extraordinaire.	Flint.
$\log K = \bar{3},6761447$	$\log K = \bar{3},6774149$	$\log K = \bar{3},6258267$
$\log A = \bar{1},6277358$	$\log A = \bar{1},6227630$	$\log A = 1,5928307$
$\log(-B) = \bar{4},9190876$	$\log(-B) = \bar{4},9195954$	$\log(-B) = \bar{3},0995795$
$\log C = \bar{7},0487454$	$\log C = \bar{7},0460964$	$\log(-C) = \bar{5},0417832$

» La formule précédente, qui traduit ainsi la dispersion des corps à absorption régulière et faible dans la longue échelle où j'ai opéré, a été établie théoriquement pour la première fois par M. Briot (¹). Le terme en Kl^2 résulte de la considération des actions exercées par les molécules pondérables sur l'éther en mouvement; les autres termes sont la conséquence des inégalités périodiques du milieu éthéré pénétrant un corps transparent.

» Au point de vue expérimental, la question n'a pu être tranchée par les recherches aussi nombreuses qu'habiles limitées aux spectres lumineux et ultra-violets, où les différences entre les indices observés et calculés par l'une ou l'autre des formules précédentes se réduisent en général à quelques unités du cinquième chiffre décimal. Qu'on me permette à cet égard trois citations caractéristiques.

» M. Van der Willigen, après une foule de vérifications, dit en parlant de la formule $n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$: « ... Chaque théorie qui donnera pour la » relation entre λ et n une formule non susceptible d'être ramenée naturellement à notre forme parabolique pourra, par cela seul, être mise » hardiment de côté (²). »

» M. Ketteler compulse tous les résultats expérimentaux de MM. Van der Willigen, Mascart, etc., et conclut (³) « que la série pure de Cauchy » est insuffisante et doit être complétée par un terme en Kl^2 », conclusion basée sur des différences si peu importantes, qu'elle est contestée même dans son pays (⁴).

(¹) Briot, *Essais sur la théorie mathématique de la lumière* (Paris, 1864), p. 72 et suiv.

(²) *Archives du Musée Teyler*, t. II, fasc. 4, p. 311; 1869.

(³) *Poggendorff's Annalen*, t. CXL, p. 48; 1870.

(⁴) Wullner, *Lehrbuch der experimental Physik*, t. II, p. 139; 1875.

» Enfin M. Mascart, joignant à la série simplifiée de Cauchy,

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$

un terme en $H\lambda^2$, et ayant constaté l'accord, ajoute [1] :

« Toutefois on n'en peut rien conclure, car les trois premiers termes de » cette formule donnent des résultats assez voisins de la vérité pour que » l'addition d'une fonction quelconque de λ rende le désaccord inap- » préciable. »

OPTIQUE. — *Sur la loi de Stokes.* Note de M. S. LAMANSKY, présentée par M. Desains.

« On sait que Stokes, dans ses importantes recherches sur la fluorescence, a posé en principe que la réfrangibilité de la lumière émise par fluorescence est plus faible que celle des rayons excitateurs.

» Dans ces derniers temps, la loi de Stokes a été mise en doute par Lommel, qui, dans plusieurs Mémoires publiés dans les *Annalen der Physik und Chemie*, a cherché à montrer que cette loi n'est pas une loi générale et qu'il y a des cas où la lumière fluorescente a une réfrangibilité plus grande que celle de la lumière incidente qui excite la fluorescence. Les résultats obtenus par Lommel dans ses expériences ont été confirmés par B. Brunner (Prague) et Lubarsch (Berlin), mais Hagenbach, auteur d'études très-exactes sur la fluorescence, n'a pu arriver aux mêmes résultats que Lommel.

» Après avoir refait par moi-même les expériences décrites dans les Mémoires de ces savants, il m'a paru nécessaire, pour décider cette question controversée et donner une preuve expérimentale de la loi de Stokes, de chercher une méthode qui permette de mesurer directement la réfrangibilité de la lumière fluorescente et de la comparer avec celle de la lumière incidente qui excite cette fluorescence. Pour cela, il faut que les rayons excitateurs sur lesquels on opère aient une lumière parfaitement homogène, ce que l'on peut obtenir en se servant de la méthode qui a été pour la première fois employée par Maxwell et Helmholtz, et, après eux, par plusieurs autres physiciens. La méthode dont je me suis servi dans ces recherches est la suivante.

---

(1) *Annales de l'École Normale*, 1re série, t. I, p. 267; 1864.

» Les rayons solaires réfléchis par un héliostat étaient concentrés avec une lentille achromatique sur une fente derrière laquelle étaient placés deux prismes de flint et une lentille achromatique; cette dernière était éloignée de la fente d'une distance double de sa distance focale. Cette disposition m'a permis de recevoir un spectre assez pur pour qu'on puisse y voir les principales raies. Ce spectre était développé sur la paroi d'une boîte dans laquelle était disposée une fente mobile que l'on pouvait déplacer dans les différentes parties du spectre et dont on pouvait modifier à volonté la largeur. Par cette fente je laisse pénétrer dans la boite, qui contient une cuve remplie de fluide fluorescent, certains rayons du spectre, auxquels je fais traverser auparavant un prisme de flint. Après cela je dirige, au moyen d'un prisme à réflexion, ces rayons parfaitement homogènes sur le fluide fluorescent placé dans la cuve. Entre la surface du fluide et la fente de la paroi est placée une lentille achromatique qui donne l'image colorée de la fente sur la surface du fluide. Avec un second prisme à réflexion, je dirige la lumière qui vient du fluide fluorescent sur la fente du collimateur d'un spectromètre de Brunner. Dans le champ de vision de la lunette du spectromètre je reçois deux images colorées : l'une produite par la lumière fluorescente, l'autre par celle qui est réfléchie directement à la surface du fluide. Je mesure ensuite le minimum de déviation de ces deux images.

» Je me permets de communiquer ici les valeurs que j'ai obtenues pour le fluorescéine :

LUMIÈRE INCIDENTE.		LUMIÈRE FLUORESCENTE.	
Largeur du faisceau.	Déviation moyenne.	Largeur du faisceau.	Déviation moyenne.
2°,51′	50°,38′	1°,25′	48°,43′
0,46	49,59	0,25	48,18
0,46	49,60	0,53	48,12
0,48	48,18	1,60	48,60
0,48	47,56	0,20	47,48

» Ces expériences montrent que la lumière fluorescente a une réfrangibilité plus faible que celle de la lumière incidente. J'ai refait les mêmes expériences avec l'éosine, le rouge de napthaline et la chlorophylle, et j'obtiens les mêmes résultats.

» Dans mes recherches, j'ai pris les fluides à différents états de concentration et en couches de différentes épaisseurs; le résultat a toujours été le même. Chaque fluide a dans le spectre des rayons déterminés qui excitent

en lui la plus vive fluorescence; avec d'autres rayons la fluorescence sera plus faible, et elle disparaîtra si l'on opère sur des rayons encore moins réfrangibles. Tous les rayons du spectre qui sont plus réfrangibles que les rayons fluorescents excitent dans ces fluides la fluorescence. C'est sur le rouge de napthaline que j'ai obtenu le plus grand changement de réfrangibilité de la lumière, dans un cas où les rayons incidents, dont l'indice de réfraction pour le flint est 1,63917, étaient changés en rayons qui ont 1,61521 pour l'indice de réfraction.

» Après ces recherches, je crois pouvoir conclure que la loi de changement de réfrangibilité de la lumière est parfaitement juste dans la forme générale sous laquelle Stokes l'a émise. Une partie des expériences qui précèdent a été faite dans le laboratoire de Physique de l'Université de Varsovie; plusieurs ont été exécutées dans celui du Collége de France. Je dois remercier M. Mascart de l'hospitalité qu'il a bien voulu m'accorder. »

OPTIQUE. — *Sur les spectres d'absorption de l'alizarine et de quelques matières colorantes qui en dérivent.* Note de M. A. **Rosenstiehl**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Ces spectres ont été obtenus avec les dissolutions aqueuses au cinq-millième des sels de sodium de différentes matières colorantes.

» Je me suis écarté de la méthode généralement suivie, en donnant la préférence à une disposition utilisée autrefois par M. Gladstone, et sur laquelle je désire appeler l'attention. Elle offre, en effet, l'avantage de faire voir d'un seul coup d'œil la manière dont varie l'absorption des rayons lumineux, quand l'épaisseur de la couche colorée varie elle-même d'une façon continue. On arrive à ce résultat en substituant à l'auge à faces parallèles généralement employée une auge à section triangulaire. Dans mes expériences, la couche liquide avait une épaisseur maximum de 8 millimètres, qui allait ensuite en diminuant jusqu'à une valeur nulle, grâce à la forme de l'auge, sur une hauteur de 28 millimètres. Je me suis servi, comme éclairage, de la lumière diffuse du jour.

» De tous ces spectres, le plus compliqué est celui de l'alizarine. A la partie supérieure de l'image spectrale (qui est renversée), là où la couche de liquide possède une épaisseur négligeable, on voit le spectre solaire qui s'étale avec tout son éclat de la raie A à la raie H. Plus bas, la couche de

liquide augmentant d'épaisseur, apparaissent trois bandes sombres, qui vont en s'élargissant et finissent par se rejoindre, pour n'en plus former qu'une seule qui s'étend depuis le rouge de la raie C jusqu'au bleu de la raie F. Le rouge et le violet restent très-brillants dans toute la hauteur du spectre.

» Si nous lui comparons ceux de la nitralizarine, de la purpurine et de la pseudopurpurine, il nous est facile de suivre les effets de la substitution des radicaux composés (NO^2), (HO), (CO^2H) à l'hydrogène de l'alizarine. Nous voyons d'abord, d'une manière générale, disparaître l'extrémité violette du spectre ; de plus, l'éclat du violet diminue à mesure que l'épaisseur de la couche colorée augmente. La partie rouge, au contraire, non-seulement garde tout son éclat, mais augmente de largeur. Des trois maxima d'absorption que présente le spectre de l'alizarine dans le voisinage de C, D et E, c'est-à-dire entre le rouge et le vert bleu, celui situé près de C disparaît par l'introduction de (AzO^2) ou de (HO); d'un autre côté, la bande lumineuse située entre D et E, et qui n'existait qu'à l'état rudimentaire pour l'alizarine, s'allonge et s'accentue.

» En passant d'un dérivé monosubstitué à un dérivé bisubstitué de l'alizarine, il se produit un effet encore bien plus marqué. Le spectre de la pseudopurpurine qui renferme le groupe (CO^2H), à la place de H dans la purpurine, en est un exemple. On ne voit plus qu'une large bande sombre, qui s'étend symétriquement de côté et d'autre de la raie E, et qui fait disparaître toute la partie verte. Quoique sa molécule soit la plus compliquée, son spectre est le plus simple, et l'on peut résumer le sens général de toutes ces modifications en disant que les effets de la substitution dans la molécule de l'alizarine sont d'effacer graduellement les détails de son spectre.

» Il me reste à signaler un fait très-général que j'ai passé sous silence en décrivant les spectres des matières colorantes; c'est le suivant: à mesure qu'une dissolution d'une matière colorante est vue sous une épaisseur plus grande, *sa couleur devient plus rouge*. L'examen des spectres nous explique ce phénomène en montrant que le vert et la partie extrême du violet se trouvent absorbés en premier lieu; nous voyons encore le violet s'affaiblir graduellement; finalement, il ne subsiste plus que le rouge.

» J'ai signalé le même fait dans un autre travail, où, à l'aide des disques rotatifs [1], j'ai fait voir qu'une matière colorante prend une couleur d'au-

---

[1] *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XLVIII, p. 185.

tant plus voisine du rouge, qu'elle est vue sous une couche plus épaisse; que cette matière ait été appliquée sous forme de poudre insoluble sur une surface incolore ou qu'elle ait été mélangée à une matière incolore, qu'elle ait été fixée sur tissu par voie de teinture, le résultat sera le même.

» Je suis heureux de constater que deux méthodes si différentes sont d'accord pour conduire à une conclusion identique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le verglas du 22 janvier.* Note de M. DE TASTES.

« L'hiver de 1878 à 1879, remarquable à tant de titres, a été signalé par un phénomène d'une extrême rareté dans nos contrées : le verglas extraordinaire du 22 au 24 janvier. Tout le monde sait aujourd'hui quels ont été ses effets destructeurs et tous les observateurs qui ont adressé à ce sujet des Notes à l'Académie ont d'une voix unanime assigné à ce curieux météore sa véritable cause. Bien que résidant presque au centre de la région où le phénomène a atteint son maximum d'intensité, je n'aurais que peu de faits à ajouter à ceux dont l'Académie a été informée par des hommes compétents, surtout après l'article si remarqué que M. Jamin a publié dans la *Revue des Deux-Mondes;* mais j'ai cru devoir soumettre au jugement de l'Académie quelques remarques touchant les relations qui lient le phénomène en question à l'état atmosphérique de l'Europe au moment où il s'est manifesté.

De Saussure, dans ses célèbres observations faites au col du Géant, avait constaté que les gouttelettes microscopiques d'eau *liquide* constituant les brouillards pouvaient résister à la congélation dans un air à une température très-inférieure à zéro. Lorsque, par suite des progrès de la condensation, les gouttelettes liquides augmentent de volume, leur contact avec des corpuscules solides en suspension dans l'air suffit pour rompre le charme et détruire cet équilibre moléculaire instable qui constitue l'état de surfusion; elles se solidifient et, suivant les dimensions auxquelles elles sont parvenues au moment de la congélation, elles se transforment en neige, grésil, voir même en grêlons. On prévoit facilement que cet état de surfusion persistera d'autant moins que la température de l'air sera plus basse. Si donc à l'absence ou à la rareté des corpuscules solides en suspension dans l'air on ajoute la condition d'une température qui ne descend pas au-dessous d'environ -5°, les gouttes d'eau peuvent atteindre les dimensions d'un grain de mil, ou même d'une lentille, sans se congeler. Pour que dans leur

chute elles puissent parvenir jusqu'au sol des basses plaines à l'état de surfusion, il faut qu'elles traversent, ainsi que l'a fait observer M. Jamin, des couches d'air purgées de poussière par d'abondantes et récentes chutes de neige. Mais deux autres conditions sont nécessaires : il faut que dans leur trajet vers le sol elles ne rencontrent pas de couches d'air à une température trop basse, ni à une température trop supérieure à zéro. Dans le premier cas elles arriveraient à terre déjà solidifiées; dans le second, elles auraient le temps, pendant leur chute, de remonter au-dessus du point ordinaire de congélation. Dans le premier cas, elles tomberaient sous forme de neige ou de grésil, dans le second sous forme de pluie. Concevons que des gouttes d'eau surfondue à — 4° traversent des couches d'air entre — 3° et + 3° et dépouillées de poussière; au contact du sol, le choc seul suffit pour détruire cet équilibre instable de la surfusion, et une couche continue de glace recouvre tous les corps exposés à cette pluie exceptionnelle, encore bien que leur température soit supérieure à zéro. Naturellement, plus la pluie persiste dans ces conditions, plus l'épaisseur de la glace augmente; d'un autre côté, l'état de surfusion exige pour se maintenir un certain calme dans l'atmosphère, et le choc violent des gouttes surfondues les unes contre les autres dans un air agité en détermine la brusque solidification. Enfin, l'épaisseur de la couche de glace augmentant en raison directe de la durée de la pluie surfondue, il faut, pour que cette couche atteigne l'épaisseur extraordinaire constatée du 22 au 24 janvier, que les circonstances atmosphériques qui favorisent la formation de ce verglas se maintiennent assez longtemps, ce qui conduit à admettre un déplacement très-lent de la dépression au sein de laquelle cette pluie a pris naissance. Il est à peine nécessaire de faire observer que la réalisation simultanée de toutes ces conditions doit être fort rare, si rare que, de mémoire d'homme, on n'avait assisté dans nos contrées à un tel spectacle. Voyons donc comment l'état atmosphérique de l'Europe du 22 au 24 janvier a pu amener ce concours si rare des conditions que nous venons d'énumérer.

» L'hiver de 1879 a fréquemment réalisé une situation atmosphérique que j'ai décrite dans diverses publications, et récemment encore dans le Mémoire lu le 23 août dernier au Congrès météorologique de Paris.

» Une zone de pressions élevées s'étend sur le nord-est de l'Europe, et les isobares affectent la forme de courbes concentriques autour d'un maximum de pression situé dans le nord de l'Oural, s'échelonnant par degrés décroissants vers l'Europe centrale. L'isobare de 760 millimètres dessine le contour de cette zone, où règnent en général des temps calmes et de basses

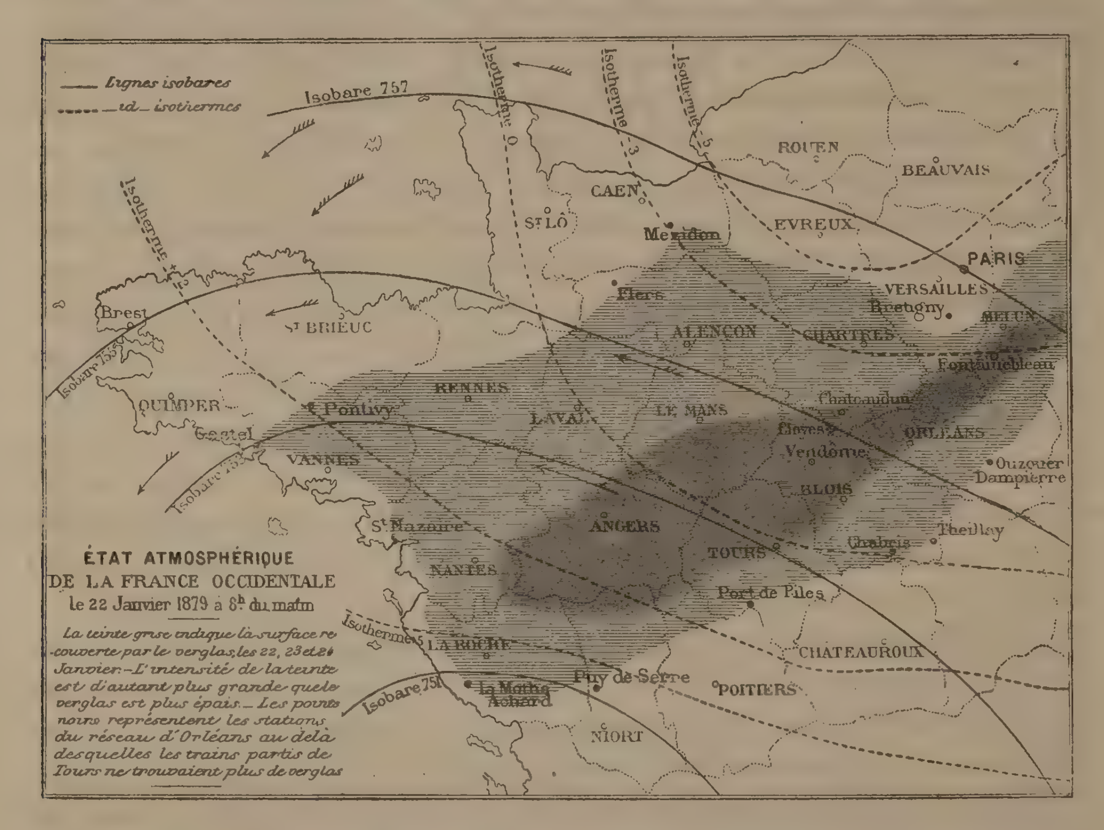
températures, et forme la rive gauche d'un grand courant aérien traversant l'Europe centrale et occidentale dans la direction du nord-ouest au sud-est. Ce courant, que j'ai désigné depuis longtemps sous le nom de *gulf-stream* atmosphérique, est parsemé de mouvements tournants qu'on a d'abord appelés *bourrasques*, et qu'on nomme aujourd'hui des *dépressions*. Ces météores se suivent à des intervalles plus ou moins rapprochés, animés d'un double mouvement, celui de translation dans la direction même du courant qui les entraîne, et celui de rotation spiraloïde de l'air autour du centre de la dépression, dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre. Ce dernier mouvement a pour cause le frottement de l'air du courant sur la rive gauche formée par la zone relativement calme qu'il côtoie. C'est le même phénomène, aux dimensions près, que celui qui produit les tourbillons des cours d'eau, et pour l'explication duquel on n'a pas songé à faire intervenir la différence de latitude des bords nord et sud, comme on le fait encore pour rendre compte du mouvement gyratoire de sens invariable observé dans les cyclones atmosphériques. Si la trajectoire des centres de dépression, par suite de la situation de l'isobare de 760 millimètres le 22 janvier, à 8 heures du matin, passe par Biarritz et traverse l'Espagne en se dirigeant vers l'Algérie, si, à cette même heure, le centre d'une dépression se trouve à Biarritz, où le baromètre descend à 748 degrés, la moitié orientale de cette dépression sera sur le continent européen, sur la Méditerranée et le nord de l'Afrique, et son pourtour sera formé par une ligne passant par Alger, Marseille, Berne, Bruxelles, Londres et Brest. A Alger le vent sera ouest, il sera sud à Marseille, sud-est à Bruxelles, est à Londres, nord-est à Brest. Or, comme à l'est de la dépression l'air humide du courant général est en contact avec l'air beaucoup plus froid de la zone des hautes pressions et qu'il y a mélange et diffusion inévitables entre ces deux masses d'air, il va en résulter une abondante condensation de vapeurs à l'état de neige ou de grésil. Le maximum de vitesse de rotation a lieu sur le bord de la dépression dessinée par l'isobare de 758 millimètres; cette vitesse diminuera à mesure qu'on s'approche du centre : elle est déjà faible de l'est à Tours, nulle à Biarritz. D'un autre côté, le centre de la dépression se déplaçant avec une extrême lenteur vers le sud-est, ainsi que le montrent les cartes météorologiques du 22, du 23 et du 24, la situation atmosphérique peut donc être considérée comme à peu près constante pendant ces trois jours.

» Considérons maintenant la distribution des températures : l'isotherme de zéro le 22 à 8 heures du matin passe par Cherbourg, Tours, Dijon, Lau-

sanne et Grenoble. L'isotherme de — 5, par le Havre, Paris, Charleville et Berne; les isothermes de — 10, — 15, — 20, très-rapprochés les uns des autres, s'échelonnent par degrés décroissants vers l'est jusqu'à un minimum exceptionnel de — 25, observé de Cracovie à Debreczin, tandis que l'isotherme de + 5 traverse la France de l'île d'Aix à Lyon et se dirige de là sur Marseille. Sur l'isotherme de — 5, la température est trop basse pour que la surfusion se maintienne : c'est de la neige que nous trouvons; sur l'isotherme de + 5, la température est trop élevée, pas de surfusion: c'est la pluie ordinaire qui se montre. Nous ne pouvons rencontrer les conditions nécessaires à la formation du verglas par surfusion que dans la bande de terrain située de chaque côté de l'isotherme de zéro et comprise à peu près entre l'isotherme de — 3 et + 3. D'un autre côté, le calme, ou du moins le peu d'agitation de l'atmosphère, étant une des conditions nécessaires au maintien de la surfusion, nous ne pouvons rencontrer ce calme sur l'isobare de 758 millimètres, qui forme le bord de la dépression; mais nous le trouverons sur les isobares de 756, 754, 752 millimètres, etc., concentriques à la première. Traçons sur la carte l'isobare de 756 millimètres sur laquelle règnent des vents modérés, et considérons la surface de la France, comprise au sud-ouest de cette ligne; traçons, d'autre part, les isothermes de — 3 et de + 3, et considérons la bande de terrain qu'elles limitent : la portion commune à ces deux surfaces sera à peu près la seule où le verglas aura pu être observé et devra contenir les localités où le phénomène a atteint son maximum d'intensité.

» Pour justifier ces conclusions, il fallait chercher à déterminer le contour de la région atteinte par le verglas, et j'ai essayé de le tracer sur la Carte ci-jointe, grâce aux renseignements qui m'ont été fournis par mes collègues des Commissions départementales de la région de l'Ouest océanien, au premier rang desquels je dois placer ceux que m'a procurés M. Cheux, d'Angers, président de la Commission de Maine-et-Loire; mais ce sont surtout les données fournies par M. Ratil, ingénieur de la Compagnie d'Orléans, qui m'ont permis de marquer sur les nombreuses lignes ferrées divergeant de Tours dans toutes les directions les points que le verglas n'a pas dépassés. Ces points, reliés entre eux par un trait continu, dessinent un polygone irrégulier, circonscrivant assez exactement la région où le phénomène s'est manifesté, et qui est teintée en rose sur la Carte que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. Le verglas a débuté en Champagne sur une bande étroite de terrain partant de l'est d'Épernay et s'étendant vers le sud-ouest en s'élargissant et atteignant son maximum

de largeur sur le méridien de Tours, de Mézidon (Calvados), jusqu'à Port-de-Piles (Indre-et-Loire). De là, le verglas s'étend jusqu'à quelques kilomètres du littoral océanien, depuis la Mothe-Achard (Vendée) jusqu'à Gestel, entre Lorient et Quimperlé. Le maximum d'épaisseur du verglas, et par suite les dégâts les plus importants qu'il a produits, a eu lieu d'Épernay à Fontainebleau, d'abord sur une largeur qui comprend la forêt de Fontesson, puis il s'étend sans aucune solution de continuité sur la région qui comprend la forêt d'Orléans, celle de Marchenoir et les villes d'Or-



léans, Blois, Tours, Saumur, Angers, Le Mans, Vendôme et Châteaudun. Autour de cette région centrale le phénomène s'étend avec une intensité décroissante jusqu'à la limite jalonnée par les villes suivantes : Gestel, Pontivy, Loudéac, Flers, Falaise, Mézidon, Dreux et Bretigny. La limite contourne Paris par le sud sans l'atteindre; elle se dirige vers la Champagne par Coulommiers et Château-Thierry, tourne autour d'Épernay, revient vers l'ouest par Sens et Montargis, coupe le chemin de fer qui va d'Orléans à Gien à la station d'Ouzouer-Dampierre, passe par Theillay, sur la ligne Orléans-Vierzon, par Chabris sur la ligne Tours-Vierzon, atteint l'Indre-et-Loire entre Chambourg et Loches, pénètre dans

le département de la Vienne un peu au sud de Port-de-Piles, passe un peu au nord de Lencloître, coupe la ligne d'Angers-Niort à la station de Puy-de-Terres, à quelques kilomètres avant Niort, revient vers le nord par la Mothe-Achard (Vendée), d'où elle revient à son point de départ, Gestel, en côtoyant l'Océan à quelques kilomètres du rivage. On voit ainsi, par l'examen de la Carte, que les limites du verglas coïncident assez exactement avec celles que des considérations théoriques permettaient de lui assigner. »

CHIMIE. — *Sur la dissociation du sulfure ammonique*. Note de MM. **R. Engel** et **Moitessier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans plusieurs circonstances, M. H. Sainte-Claire Deville a proposé aux partisans de la théorie atomique de résoudre le problème suivant :

« L'acide sulfhydrique forme avec l'ammoniaque deux composés crista-
» lisés et volatils dont les formules sont :

Sulfure d'ammonium..................	AzH^4S
Sulfhydrate de sulfure d'ammonium......	AzH^4S, HS

» Le sulfure d'ammonium représente 4 volumes de vapeur; sa condensa-
» tion est égale à $\frac{1}{3}$: l'acide sulfhydrique et l'ammoniaque se combinent
» donc et restent combinés à la température (par exemple 100 degrés) à
» laquelle on détermine sa densité de vapeur.

» Le sulfhydrate de sulfure d'ammonium représente 8 volumes de va-
» peur; sa condensation est nulle. Si l'on suppose que ses éléments se
» soient séparés à la température où l'on prend la densité de vapeur (par
» exemple 100 degrés), on est obligé de supposer qu'il s'est partagé en
» ammoniaque et acide sulfhydrique AzH^3 et 2HS, donnant chacun 4 vo-
» lumes et ayant pour somme 8 volumes. Or, à cette température, les
» éléments ne pourraient réellement se séparer qu'en sulfure d'ammonium
» AzH^4S et en acide sulfhydrique HS, représentant l'un 4 volumes, l'autre
» 2 volumes, dont la somme est 6 volumes.

» Si le sulfhydrate de sulfure d'ammonium était décomposé dans sa
» propre vapeur, il devrait donc fournir 6 volumes. Or, l'expérience
» nous apprend qu'il en fournit 8; donc il n'est pas décomposé, donc sa
» vapeur n'a rien d'anomal. »

» Les expériences que nous avons entreprises depuis quelque temps déjà

sur les lois de la dissociation nous ont amenés à chercher la solution du problème posé par M. Deville.

» Nous ne connaissons que trois travaux sur le sulfure ammonique. Bineau ([1]), le premier, a obtenu le sulfure ammonique, et voici ce qu'il en dit : « Son existence n'est permanente que par un froid intense; aussitôt » qu'on le sort du mélange réfrigérant au milieu duquel il s'est formé » (glace et sel), il abandonne la moitié de son ammoniaque et devient sulf- » hydrate ordinaire. »

» Plus tard, MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost ([2]) ont donné la densité de vapeur du sulfure ammonique et l'ont trouvée égale à 1,26 (calculée 1,18 pour $AzH^4S = 4$ vol.). Dans ce travail, les savants chimistes que nous citons ne donnent aucun détail sur leur manière d'opérer, et nous n'avons trouvé ce détail dans aucune autre publication des auteurs. Il eût été pourtant intéressant de les connaître, le sulfure ammonique se décomposant, d'après Bineau, déjà à $-18°$.

Enfin, M. Horstmann ([3]) a déterminé, par le procédé de Bunsen, les densités de mélanges d'hydrogène sulfuré et de gaz ammoniac en proportions diverses, et a été amené à conclure que l'hydrogène sulfuré et le gaz ammoniac ne se combinent pas aux températures (comprises entre 56°,4 et 85°,9) de ses expériences. M. Horstmann a d'ailleurs opéré dans des conditions telles, que, si la combinaison avait eu lieu, il aurait dû trouver dans ses analyses 100 pour 100 d'ammoniaque, le volume d'hydrogène sulfuré disparaissant dans la contraction et n'étant connu que par différence. Depuis le travail de M. Horstmann, M. H. Sainte-Claire Deville a repris son objection.

» Pour résoudre la question, nous avons employé un procédé très-simple, qui permettra à tout le monde de répéter notre expérience. Après nous être assurés que l'action du mercure sur l'hydrogène sulfuré était à peu près nulle dans les conditions où nous opérions, nous avons mis en présence dans une éprouvette graduée 1 volume d'hydrogène sulfuré et un peu plus de 2 volumes de gaz ammoniac à la température ordinaire (17°). Une condensation des $\frac{2}{3}$ eut lieu. Il s'était donc formé du sulfhydrate d'ammonium, et 1 volume de gaz ammoniac est resté libre. Ce premier résultat montre qu'il ne se forme pas de sulfure ammonique

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 1839, t. LXX, p. 26.

([2]) *Annalen der Chemie,* 1868, Sup., Band VI.

([3]) *Comptes rendus,* 1863, t. LVI, p. 891.

et confirme les données de Bineau, qui signale la formation de sulfhydrate d'ammonium à la température ordinaire, quels que soient les rapports d'hydrogène sulfuré et de gaz ammoniac mis en présence.

» L'éprouvette a ensuite été transportée dans une autre plus large et remplie de mercure. Celui-ci fut enlevé de manière qu'il n'en restât plus qu'un peu au fond de l'éprouvette extérieure, dans laquelle on remplaça le mercure par de l'eau dont la température fut élevée lentement par un courant de vapeur d'eau bouillante. Déjà à 45 degrés la dissociation fut complète. Les données de l'expérience sont les suivantes :

Volumes, mesurés à 17 degrés et à $0^m,760$, de l'hydrogène sulfuré....	22^{cc}
» » du gaz ammoniac........	46^{cc}

» A la fin de l'expérience, nous avions :

Température..	58°
Hauteur de la colonne d'eau dans l'éprouvette extérieure......	$0^m,32$
Hauteur du mercure dans l'éprouvette intérieure............	$0^m,04$
Baromètre..	$0^m,760$
Volume lu des gaz..................................	79^{cc}
Volume calculé pour la somme des volumes de l'hydrogène sulfuré et du gaz ammoniac non combinés......	79^{cc}

» L'expérience achevée, l'éprouvette graduée fut ramenée à la température de 17 degrés. La condensation eut lieu de nouveau et fut la même qu'au début. On fit passer un peu d'eau. Le gaz restant fut absorbé, sauf une bulle insignifiante, et l'on put constater ainsi qu'il n'y avait ni air ni hydrogène dans l'appareil. Ainsi donc : 1° 2 volumes de gaz ammoniac et 1 volume d'hydrogène sulfuré se combinent à la température ordinaire en donnant naissance à du sulfhydrate d'ammonium, 1 volume d'ammoniaque restant libre; 2° le produit se dissocie très-rapidement lorsqu'on élève la température, et déjà à 45 degrés le mélange des gaz occupe 3 volumes, et non 2, comme l'indiquent MM. Deville et Troost.

» Dans une prochaine Note, nous publierons les tensions de dissociation du sulfhydrate d'ammonium et les résultats de l'influence qu'exerce sur le sulfhydrate d'ammonium le gaz ammoniac à une tension supérieure à la tension de dissociation du sulfhydrate. »

CHIMIE. — *Action de la vapeur d'eau sur l'oxyde de carbone, en présence du fil de platine porté au rouge.* Note de M. J. **Coquillion**, présentée par M. Friedel.

« Les gazogènes des fours Siemens de la Compagnie parisienne du gaz, à Vaugirard, sont alimentés par du coke et ne fournissent généralement pas d'hydrogène carboné. Quand on soumet les gaz à l'analyse par les absorbants, il faut être certain que le chlorure de cuivre dont on fait usage s'est emparé des dernières traces du gaz oxyde de carbone, sans quoi l'on retrouve ce gaz par combustion et l'on est tenté de l'attribuer aux carbures d'hydrogène, ce qui fait qu'un grand nombre d'analyses peuvent être entachées d'erreur.

» La composition de ces gaz, que j'ai analysés avec M. Lenoir, ingénieur de la Compagnie, a donné les nombres suivants :

C^2O^4	5,00
C^2O^2	29,75
H^2	7,66
Az	57,59
	100,00

» Nous avons pris 100 volumes de ce gaz, nous l'avons débarrassé de son acide carbonique : il restait 95 volumes, que nous avons fait passer à diverses reprises sur la spirale de platine, portée au rouge vif, d'un appareil *carburomètre*. Nous opérions sous l'eau; les gaz étaient donc saturés de vapeur aqueuse. Après trois ou quatre passages successifs, nous avons obtenu une augmentation de 4 volumes; en faisant passer les gaz dans la potasse, nous avons retrouvé le volume primitif 95. Nous avons continué, et, à chaque fois, il y avait une augmentation, qui n'était pas constante, mais qui dépendait de la durée de l'incandescence, du nombre des passages, de leur rapidité; ce qui était constant, c'était le volume de 95, obtenu après le passage dans la potasse. Le résidu gazeux, soumis à l'analyse, ne contenait plus qu'une petite portion d'oxyde de carbone, et le volume disparu était remplacé par un égal volume d'hydrogène.

» La réaction qui se produit s'explique très-bien par la formule simple

$$C^2O^2 + 2HO = C^2O^4 + H^2,$$

car l'azote et l'hydrogène, en présence de la vapeur d'eau et du fil de pla-

tine au rouge, n'ont aucune action et ne changent pas de volume. On ne peut transformer en une fois l'oxyde de carbone en hydrogène, car il s'établit entre les différents gaz un état d'équilibre qui est limité par la formation simultanée de l'acide carbonique et de l'hydrogène.

» Avec les gaz des fours de l'usine de Vaugirard, débarrassés de C^2O^4, et dont la composition en centièmes était

C^2O^2	31,50
H^2	8,08
Az	60,42
	100,00

je n'ai pu obtenir, par des passages lents et répétés sur la spirale de platine, qu'une augmentation de 10 volumes, correspondant à

C^2O^2	21,30
C^2O^4	10,00
H^2	18,08
Az	60,62
	110,00

» Avec 100 volumes de C^2O^2 débarrassé de tout autre gaz et préparé par l'acide oxalique, j'ai obtenu une augmentation de 30 volumes, et, par suite, dans les conditions où j'opérais, l'équilibre de décomposition a été atteint avec les gaz suivants :

C^2O^4	30
H^2	30
C^2O^2	70
	130

» J'ai vérifié en même temps, comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, que les carbures étaient les premiers décomposés en donnant une augmentation de volume qui persistait après avoir fait passer les gaz dans la potasse; la décomposition de C^2O^2 ne vient qu'ensuite et ne donne pas lieu à une augmentation de volume après la potasse : c'est là ce qui distingue la première décomposition de la seconde.

» Pour être complétement fixé sur ces limites, il importe d'étudier chaque gaz combustible en présence des gaz azote, hydrogène, acide carbonique, et de tenir compte en même temps de l'intensité de la pile que l'on emploie. Avant d'aborder cette question dans sa généralité, nous pouvons toutefois, par ces réactions, mieux nous rendre compte de certains faits qui jusqu'ici n'ont pas reçu d'explication suffisante.

» Dans les gazogènes Siemens, quelle que soit la hauteur de la colonne incandescente, on ne peut transformer tout l'acide carbonique en oxyde de carbone, comme la théorie l'indique; la présence de la vapeur d'eau dans le coke intervient, et c'est elle qui agit pour brûler l'oxyde de carbone : plus elle est considérable, plus on voit augmenter la proportion d'hydrogène et d'acide carbonique, et diminuer en même temps celle de l'oxyde de carbone. Ces réactions interviennent également dans les hauts fourneaux; Ebelmen avait pensé que la vapeur d'eau agit directement sur le carbone pour le transformer en acide carbonique, tandis qu'on voit, par les expériences précédentes, qu'elle agit sur l'oxyde de carbone pour le brûler et qu'une quantité correspondante d'hydrogène est mise en liberté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du méthyleugénol.* Note de M. **M. Wassermann**, présentée par M. Wurtz.

« Les rapports de constitution qui existent entre le méthyleugénol et l'acide opianique m'ont engagé à entreprendre des expériences pour transformer le premier de ces corps en acide opianique. Le résultat de ces expériences n'a pas répondu à mon attente, mais j'ai observé certains faits qui me paraissent dignes d'intérêt, par la raison qu'ils viennent confirmer la constitution que j'avais donnée pour l'eugénol.

» *Dibromure de méthyleugénol monobromé* $C^6H^2Br(OCH^3)^2, C^3H^5Br^2$. — Ce composé se forme lorsqu'on ajoute peu à peu 4 atomes de brome à une solution d'une molécule de méthyleugénol dans l'éther, en ayant soin de refroidir fortement. Lorsque tout le brome est ajouté, la solution laisse déposer des cristaux et finit par se prendre en masse. On décolore la masse au moyen de l'acide sulfureux, on lave à l'eau et l'on fait cristalliser dans l'alcool chaud.

» Le dibromure de méthyleugénol monobromé cristallise en longues aiguilles soyeuses, réunies en faisceaux, fusibles à 77-78 degrés, solubles dans l'alcool et dans l'éther.

» L'analyse établit pour ce composé la formule $C^{11}H^{13}Br^3O^2$:

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100. I.	Trouvé pour 100. II.
C	31,653	1,63	31,51
H	3,11	3,30	3,20
Br	57,55	57,12	57,09

» *Méthyleugénol monobromé* $C^6H^2Br(OCH^3)^2, C^3H^5$. — Pour préparer ce composé, on fait bouillir au bain-marie une solution alcoolique de dibromure de méthyleugénol monobromé, avec deux fois son poids de grenaille de zinc. Le zinc enlève les 2 atomes de brome fixés par addition sur le méthyleugénol, tandis que le brome benzique reste. Après quatre ou cinq jours la réaction est terminée; on sépare le liquide du zinc non attaqué, on chasse l'alcool à la distillation, et on lave la matière huileuse avec de l'eau pour enlever le bromure de zinc. Pour s'assurer que tout le dibromure est transformé, il faut soumettre la matière huileuse à cette même opération, pour voir s'il ne se forme plus de bromure de zinc; puis on sèche l'huile sur le chlorure de calcium, et on la distille dans le vide.

» Le méthyleugénol monobromé est un liquide incolore, bouillant à 190 degrés à $0^m,020$ de pression, d'une densité de 1,3959 à zéro. Il est soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. L'analyse lui assigne la formule $C^{11}H^{13}BrO^2$:

		Trouvé pour 100.	
	Calculé pour 100.	I.	II.
C	51,36	51,28	51,32
H	5,06	5,15	5,33
Br	31,12	31,48	30,54

» *Acide méthyleugétinique* $C^6H^2(OCH^3)^2C^3H^5, COOH$. — J'ai préparé ce composé en traitant le méthyleugénol monobromé par l'éther chloroxycarbonique et l'amalgame de sodium à 3 pour 100, d'après la méthode de M. Wurtz. On fait chauffer au bain-marie 10 parties de méthyleugénol monobromé, 5 parties d'éther chloroxycarbonique et 2 parties d'amalgame de sodium à 3 pour 100 au réfrigérant à reflux. La réaction est terminée lorsque le mélange s'est pris en masse, et l'odeur du chloroxycarbonate a disparu. Alors on épuise le contenu du ballon par l'éther, on filtre et l'on distille l'éther. Le résidu renferme du méthyleugénol non altéré, de l'éther méthyleugétinique et du mercure-diméthyleugénol. Pour séparer ces trois substances, on fait bouillir le liquide avec de la potasse aqueuse, et l'on sépare l'huile par filtration à travers un filtre humide. La solution aqueuse, acidulée avec de l'acide chlorhydrique, laisse déposer l'acide méthyleugétinique comme précipité floconneux, que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool chaud.

» L'acide méthyleugétinique cristallise en aiguilles aplaties, jaunâtres,

fusibles à 180 degrés, solubles dans l'alcool et l'éther, peu solubles dans l'eau. L'analyse de cet acide fournit les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.		$C^{13}H^{14}O^4$ demande pour 100 :
	I.	II.	
C	64,85	64,64	64,86
H	6,40	6,40	6,30

» *Mercure-diméthyleugénol* $(C^{11}H^{13}O^2)^2Hg$. — On extrait ce corps du méthyleugénol monobromé, non transformé en acide, en le refroidissant fortement. Au bout de quelque temps, il se dépose en cristaux, que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool; il cristallise en aiguilles incolores, fusibles à 140 degrés, solubles dans l'alcool et l'éther. La formule

$$(C^{11}H^{13}O^2)^2Hg$$

demande 36,10 pour 100 Hg; trouvé : 36,04 pour 100 Hg. Il se forme seulement lorsqu'on emploie un excès d'amalgame de sodium.

» *Produit d'oxydation de l'acide méthyleugétinique.* — D'après les recherches de MM. Graebe et Borgmann, le méthyleugénol oxydé en solution acétique par le dichromate de potassium donne l'acide diméthylprotocatéchique, et, ainsi que je l'ai démontré, l'éthyleugénol fournit dans les mêmes conditions l'acide éthylméthylprotocatéchique.

» J'espérais que l'acide méthyleugétinique oxydé en solution alcaline (j'emploie la solution alcaline, parce que l'acide est peu soluble) par le permanganate de potassium donnerait l'acide opianique ou un de ses isomères. La réaction devait se passer de telle manière que la chaîne

$$C^3H^5 = CH{=}CH-CH^3$$

se scinde en CHO et $CH^3 - CHO$, comme dans l'oxydation d'acétyleugénol en vanilline; ainsi :

$$\underbrace{\begin{array}{l} COOH \\ \vert \\ C^6H^2\begin{array}{l} \diagup OCH^3 \\ \diagdown OCH^3 \end{array} \\ \vert \\ CH \\ \Vert \\ CH \\ \vert \\ CH^3 \end{array}}_{\text{Acide méthyl-eugétinique.}} + O^2 = \underbrace{\begin{array}{l} COOH \\ \vert \\ C^6H^2\begin{array}{l} \diagup OCH^3 \\ \diagdown OCH^3 \end{array} \\ \vert \\ CHO \end{array}}_{\text{Acide opianique.}} + \begin{array}{l} CH^3 \\ \vert \\ CHO. \end{array}$$

» A cet effet, j'ai additionné une solution de $7^{gr},5$ d'acide méthyleugétinique dans un peu de potasse étendue d'une solution de $7^{gr},1$ de permanganate de potassium dans 210 grammes d'eau, et j'ai chauffé au bain-marie quand tout le permanganate était ajouté. Ayant séparé du peroxyde de manganèse formé, j'ai concentré la liqueur et je l'ai acidulée, pour l'épuiser ensuite par l'éther. L'éther laisse, après évaporation, un résidu qui, cristallisé dans l'alcool, se présente sous forme d'aiguilles incolores, solubles dans l'eau, fusibles à 162-163 degrés. L'analyse établit pour cette substance la formule $C^{12}H^{12}O^5$. Calculé C = 61,01 pour 100, H = 5,09 pour 100; trouvé C = 60,51 pour 100, H = 6,12. Le rendement est très-faible; en tout cas, il n'y a pas d'acide opianique formé, et les dérivés de l'eugénol paraissent s'oxyder différemment en solution alcaline qu'en solution acide.

» Au corps $C^{12}H^{12}O^5$ il faut donner la constitution

$$C^6H^2(OCH^3)^2(CH=CH-CHO)COOH.$$

Cette formule n'est pas rigoureusement établie; mais elle me semble assez plausible, et je ne crois pas que l'on puisse formuler une autre constitution pour un corps de la composition $C^{12}H^{12}O^5$, si l'on admet la constitution que j'ai donnée pour l'eugénol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de l'acide angélique, l'acide diméthylacrylique.* Note de M. **E. Duvillier**, présentée par M. Wurtz.

« Je m'empresse de reconnaître la justesse de la réclamation faite par M. Miller [1] au sujet de la synthèse d'un isomère de l'acide angélique, auquel il a donné le nom d'*acide diméthylacrylique*. Toutefois, je ferai remarquer que je suis arrivé à la synthèse du même acide par un moyen tout différent de celui qu'emploie M. Miller.

» En effet, ce savant obtient l'acide diméthylacrylique en oxydant l'acide valérianique ordinaire ou l'acide isobutylformique par le permanganate de potasse, tandis que j'obtiens le même acide en traitant le bromo-isovalérate d'éthyle par l'éthylate de sodium. Il reste donc acquis que M. Miller a fait le premier la synthèse de l'acide diméthylacrylique, mais que j'ai fait connaître un nouveau mode de formation de cet acide. »

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1096; 1879.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action du phénate de soude chez les grenouilles atteintes d'affection bactériémique.* Note de M. **Bacchi**, présentée par M. Vulpian.

« L'année dernière, d'après les conseils de M. Vulpian, j'ai entrepris des recherches ayant pour but d'examiner s'il serait possible d'enrayer la marche de la maladie chez des grenouilles affectées de bactériémie.

» Le phénate de soude a donné des résultats très-nets, que je crois devoir communiquer à l'Académie.

» Voici comment les expériences ont été faites. On a toujours pris deux grenouilles du même poids, très-vivaces; sous la peau d'une patte de chacune d'elles on a introduit une goutte de sang prise dans le cœur d'une autre grenouille morte de bactériémie. Un ou deux jours après, ces deux grenouilles étaient très-affaiblies; elles présentaient de l'hyperesthésie réflexe; leur sang contenait une grande quantité de bactéries bien remuantes; la forme des globules rouges commençait à s'altérer. C'est alors qu'on a injecté sous la peau d'une patte d'une des deux grenouilles une certaine quantité de phénate de soude en rapport avec le poids de l'animal, et l'on n'a fait sur l'autre aucun essai de traitement. On a toujours constaté que la première revenait à l'état normal; les bactéries mouvantes devenaient immobiles, puis disparaissaient; les globules reprenaient leur forme primitive, ou du moins on ne retrouvait plus aucun globule déformé, et, au bout de cinq à six jours, l'animal avait repris complétement toute sa vivacité. L'autre grenouille, au contraire, mourait invariablement tantôt un ou deux jours après le jour de l'injection faite sur la première, tantôt même auparavant, et elle mourait avec tous les symptômes de la bactériémie.

» Ces expériences ont été répétées bon nombre de fois, toujours avec les mêmes résultats. La dose de phénate de soude injectée sous la peau d'une grenouille du poids moyen de 30 grammes était de 125 millièmes de milligramme. Il est à peine besoin de dire qu'on prenait toutes les précautions pour ne pas être induit en erreur; on avait soin surtout de nettoyer les lamelles de verre et les couvre-objets au moyen d'alcool et d'éther sulfurique, de telle sorte que l'on était certain que les bactéries dont on constatait la présence dans le sang des grenouilles existaient bien dans le sang de l'animal. Du reste, pour s'assurer de cet état de choses, on avait un

autre signe qui n'a jamais fait défaut : nous voulons parler de l'altération des globules sanguins. Cette altération, qui était en rapport avec la gravité de l'affection, se montrait plus prononcée lorsque les bactéries étaient en grand nombre dans le sang de la grenouille; elle était à peine visible sur quelques globules tout à fait au début de l'évolution de la maladie, quand les bactéries étaient en petite quantité.

» De ces expériences nous tirons donc les conclusions suivantes : 1° la bactériémie, chez la grenouille, s'accompagne toujours d'une altération dans les globules sanguins; 2° cette altération est en rapport avec la gravité de l'affection et peut varier entre un simple plissement d'une des extrémités du globule et la complète déformation de ces éléments anatomiques; 3° la bactériémie, au moins chez les grenouilles, peut être combattue avec succès par une injection sous-cutanée d'une très-petite dose de phénate de soude; 4° la dose de phénate de soude nécessaire pour obtenir la guérison de l'affection chez les grenouilles peut être évaluée à environ 4 millièmes de milligramme par gramme du corps de l'animal.

» Nous nous réservons de présenter plus tard à l'Académie des Sciences le résultat de nos recherches relatives à l'action d'autres substances antiseptiques sur la marche de la bactériémie. »

PATHOLOGIE. — *Les lésions hématiques dans la chlorose, l'anémie grave dite progressive et l'anémie des néphrites.* Note de M. QUINQUAUD. (Extrait).

« La *chlorose* simple, non compliquée, est une maladie destructive de l'hémoglobine, qui descend à 54 et à 48 grammes pour 1000 de sang. Le pouvoir oxydant est de 85 ou de 80 centimètres cubes d'oxygène. Avec une altération aussi accentuée du cruor, il est remarquable de voir le sérum du sang rester normal.

» Dans l'*anémie grave*, dite progressive, les altérations du sérum existent; dans cette affection, qui assez souvent est d'origine puerpérale, l'hémoglobine descend assez rapidement dès le début à $78^{gr},12$ lorsqu'il n'existe pas de pertes sanguines; dans le cas où ces dernières se produisent, la matière active des globules descend à $46^{gr},87$, parfois $41^{gr},66$ et 35 grammes. A la période d'état, l'hémoglobine est détruite sans hémorrhagie, à tel point qu'on la trouve à $62^{gr},50$ à $57^{gr},29$, et même, si l'anémie doit être mortelle, à $26^{gr},3$: toutes les malades qui ont présenté ce chiffre ont succombé.

» Dans le cours de cette anémie, il n'est pas rare de voir l'hémoglobine

augmenter, puis diminuer. Généralement, ces variations dans le dosage sont en accord parfait avec l'examen des malades, qui nous montrent dans ces mêmes moments des améliorations et des aggravations. En outre, les pesées permettent de suivre avec une méthode rigoureuse les progrès de la maladie en bien ou en mal.

» Le *pouvoir* oxydant du sang oscille entre 110 et 120 centimètres cubes; lorsque la maladie doit être fatale, il descend à 50 et même à 40 centimètres cubes.

» Le *sérum* est profondément lésé, ce qui établit une différence entre cette forme d'anémie et la *chlorose*. En effet, dans l'anémie grave, on a, pour 1000 grammes de sérum, 63gr, 80 de matières solides; parfois le chiffre arrive à 55 grammes dans la période d'état. Au début, le poids descend à 80 grammes et arrive vite à 70 grammes.

» Dans la *néphrite parenchymateuse*, l'hémoglobine descend à 68 et 65 grammes, le pouvoir oxydant reste à 105 centimètres cubes d'oxygène; les matières solides du sérum restent au-dessous de 63 grammes. Dans la *néphrite interstitielle*, l'hémoglobine n'arrive guère au-dessous de 78 grammes; le pouvoir oxydant est de 120 à 130 centimètres cubes; les matières solides du sérum sont à 75 grammes au minimum.

» Il résulte du parallèle des lésions hématiques de ces quatre affections que chaque maladie (car j'aurais pu citer la plupart des affections du cadre nosologique) possède une lésion spéciale du liquide sanguin. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la localisation de l'arsenic dans le cerveau*. Note de MM. **O. Caillol de Poncy** et **Ch. Livon** [1], présentée par M. Berthelot.

« Les recherches de MM. A. Gautier et Scolosuboff (*Ann. d'Hygiène publique et de Médecine légale*, 2e série, p. 136; 1876) sur la localisation de l'arsenic dans l'organisme ont permis de conclure que ce corps va se condenser tout d'abord dans la matière cérébrale. Ce fait prouvé, il était important de déterminer la portion du cerveau dans laquelle venait se concentrer ce corps. On pouvait supposer ou une simple concentration ou une localisation dans un principe. Dans ce dernier cas, une substitution pouvait s'opérer avec un principe analogue, tel que la lécithine, aux

---

[1] Travail des laboratoires de Chimie et de Physiologie de l'École de Médecine et de Pharmacie de Marseille.

dépens soit de son composant azoté (névrine), soit de son composant phosphoré (acide phosphoglycérique).

» Dans le second cas, l'arsenic prendra la place du phosphore, qui sera éliminé à l'état de composé oxygéné ou de composé organique. Cette élimination d'un produit de désassimilation ne peut que se concentrer dans l'urine, et c'est là que nous sommes allés chercher le phosphore.

» Nous avons dosé pendant un certain nombre de jours l'acide phosphorique des urines d'animaux (cobayes) soumis à un régime identique et toujours le même; puis nous leur avons administré avec les aliments des doses très-minimes d'acide arsénieux, en continuant nos dosages jusqu'au jour de la mort de chacun d'eux.

» Les urines étaient recueillies à heure fixe, mesurées, la densité déterminée. Après filtration elles étaient évaporées en totalité à 100 degrés; on les calcinait à une température capable de brûler le carbone, en tâchant de ne pas fondre le résidu. Les cendres traitées par l'acide nitrique étendu et bouillant, le liquide résultant de la filtration, porté à 100 centimètres cubes, était titré au moyen d'une liqueur d'acétate d'urane. L'arsenic a été dosé dans le cerveau et le foie par la méthode de M. A. Gautier; seulement, au lieu de peser les anneaux, à cause de la faible dose administrée, nous avons décomposé l'hydrogène arsénié par l'acide nitrique fumant, évaporé l'acide au bain-marie, puis repris par l'eau et dosé l'acide arsénique par l'acétate d'urane. Une cause d'erreur pouvait s'introduire dans notre dosage au moment où nous administrions l'acide arsénieux. Ce corps, en partie seulement absorbé et en partie éliminé, se trouve forcément dans les urines. On pouvait craindre de doser cet arsenic comme phosphore et donner une fausse interprétation à nos résultats. Nous nous sommes assurés directement que la calcination avec les matériaux de l'urine décomposait complétement l'acide arsénique.

» Voici nos dosages :

Urine humaine.

	Par jour.
Acide phosphorique, avant calcination	1,02
» après calcination	1,05
10 centimètres cubes urine + 5 centimètres cubes acide arsénique.	
Acide phosphorique après calcination	1,04

» Ces nombres montrent que tout l'arsenic a été chassé par la calcination et que le phosphore est seul dosé par la liqueur d'urane.

» Les résultats que nous présentons sont des moyennes de sept jours et se rapportent à un seul animal :

		Série A. PO^5	Série B. PO^5
Janvier	10-21	0,0639	0,0795
	22-30	0,0526	0,0605
Février	1- 7	0,0570	0,0580
	8-15	0,0615	0,0621
	16-21	0,0541	0,0473
	22-28	0,0641	0,0590
Mars	1- 7	0,0732	0,0654
	8-14	0,0735	0,0731
	15-21	0,1108	0,1174
	21-27	0,0860	0,0945
Avril	27- 2	0,1110	0,1696
	3- 7	0,1764	

Arsenic administré à l'état d'acide arsénieux dans une période de trente-huit jours, pour la série A 0gr,0915
Série B, période de trente-trois jours 0gr,0685

» L'administration de l'acide arsénieux a été commencée le 1er mars et n'a été arrêtée que par la mort de l'animal.

» Nos expériences nous permettent de conclure que, sous l'influence d'un traitement arsénical, l'acide phosphorique augmente considérablement dans les urines. Ce phosphore, dans les conditions où nous nous sommes placés, ne peut provenir que d'une élimination par substitution, et non d'un état pathologique de l'animal, car dans les affections cérébrales on a constaté plutôt une diminution de l'acide phosphorique dans les urines qu'une augmentation.

» L'arsenic semble donc remplacer le phosphore de l'acide phosphoglycérique en produisant un acide arsénioglycérique. La lécithine contiendrait ainsi de l'arsenic à la place de phosphore. Ce résultat ne saurait être certain que lorsque nous aurons isolé cette nouvelle base, comme nous allons essayer de faire; mais jusqu'alors nous avons, pour confirmer notre hypothèse, la présence plus considérable de l'arsenic dans le cerveau que dans le foie, les os, ce que nous avons constaté par des dosages directs. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Rectification à une Communication du 17 mars dernier.* Note de M. Feltz, présentée par M. Pasteur.

« Dans ma Communication à l'Académie des Sciences du 17 mars 1879,

j'ai succinctement établi les caractères d'un leptothrix que j'avais trouvé, le 2 avril 1878, dans le sang d'une femme atteinte depuis dix-huit jours de fièvre puerpérale grave. Cette malade mourait deux jours après ce premier examen du sang. A l'autopsie, je pus constater les lésions suivantes : péritonite suppurée ; infarctus blancs de la rate tuméfiée, muqueuse utérine ramollie, pultacée, sanieuse ; indurations lardacées sur les deux côtés du vagin ; épanchements de sérosité sanguinolente dans les cavités séreuses ; le sang renfermait encore les mêmes filaments.

» Comme je n'avais jamais rencontré ce cryptogame, je me proposai de l'étudier, et j'ai formulé les résultats de mes expériences en huit conclusions, sans me préoccuper autrement de l'origine de ce microbe, convaincu que je ne pouvais pas avec un seul fait établir l'existence d'un parasite propre à la fièvre puerpérale ; mes études antérieures sur la matière publiées depuis près de dix ans m'imposaient davantage encore cette réserve.

» M. Pasteur, engagé dans des études sur la fièvre puerpérale, me fit l'honneur de me demander, le 23 mars, un échantillon de mon sang infectieux. Je m'empressai de le lui envoyer. L'illustre savant m'écrivit quelques jours après « *que mon leptothrix était la bactéridie charbonneuse* ». N'ayant jamais vu de charbon, pensant d'un autre côté que la malade n'avait eu qu'une fièvre puerpérale ordinaire, et sachant que les bactéridies infectieuses ne se distinguent pas morphologiquement de celles qui ne le sont pas, la réponse de M. Pasteur me rendit très-perplexe ; je lui répondis que je ne discuterais pas son affirmation, mais que je proclamerais moi-même mon erreur si, répétant mes expériences de cette année avec du sang charbonneux que j'irais recueillir moi-même partout où il se produirait, j'arrivais à des conclusions identiques à celles que j'avais données dans ma Note du 17 mars.

» M. Pasteur, voyant mon désir de comparer mes résultats à ceux du charbon proprement dit, voulut bien m'offrir de m'envoyer des cobayes charbonneux ; je m'empressai d'accepter : c'est ainsi que, le matin du 13 mai dernier, j'eus le plaisir de recevoir à la gare de Nancy trois cobayes parfaitement vivants, inoculés par M. Pasteur la veille à 3 heures, *le premier avec mon sang infectieux, le second avec la bactéridie d'un sang charbonneux de Chartres, le troisième avec du sang charbonneux d'une vache du Jura.* Ces trois cobayes succombèrent dans mon laboratoire dans la journée du 14 mai ; j'eus donc tout le loisir de les suivre jusqu'à la mort. Je dois dire que les symptômes que j'observai furent les mêmes que ceux que j'ai décrits dans ma Note du 17 mars à l'Académie. A l'autopsie, j'exa-

minai avec soin le sang des trois animaux : il m'a été impossible de constater la moindre différence; non-seulement les sangs, mais les organes internes, et principalement la rate, se trouvaient modifiés de la même manière.

» J'écrivis donc à M. Pasteur : « Il est certain pour moi que l'agent contaminant a été le même pour les trois cobayes, c'est-à-dire la bactéridie que vous appelez *charbonneuse.* » Depuis, j'ai fait différents autres essais comparatifs, et jusqu'à présent je n'ai pu saisir de différence chez les cobayes, soit pendant la vie, soit après la mort.

» Il est doublement regrettable que je n'aie pas connu le charbon dès l'année dernière, car j'aurais pu, d'une part diagnostiquer la complication redoutable que présentait la femme morte le 4 avril 1878, et d'autre part rechercher le mode de contamination, qui m'échappe presque complétement aujourd'hui. J'ai cependant pu apprendre les détails suivants sur cette malheureuse; je les donne sans commentaires : Cette femme était débarrasseuse (femme de peine); elle est entrée à l'hôpital, pour ses secondes couches, dans un état maladif très-sérieux, avec des hémorrhagies tenant à une insertion vicieuse du placenta; l'accouchement a eu lieu à la fin du huitième mois; venue d'Alsace il y a trois ans, elle demeurait à Nancy depuis cette époque dans une petite chambre, tout contre une écurie appartenant à un maquignon, dans laquelle passent beaucoup de bêtes. Personne cependant n'a été malade dans cette maison, aujourd'hui en partie démolie et reconstruite. Je n'ai pu apprendre s'il y a eu dans cette écurie des bêtes malades.

» Je termine en remerciant M. Pasteur de la grande bienveillance qu'il m'a témoignée au cours de mes rapports avec lui. Grâce à lui, j'ai pu me convaincre de l'identité qui existe entre la bactéridie du charbon et ce bâtonnet trouvé dans le sang d'une femme qui a présenté tous les symptômes de la fièvre puerpérale grave. »

M. Pasteur, à propos de la Communication de M. Feltz, ajoute les remarques suivantes :

« Il n'existe donc pas de *Leptothrix puerperalis*. Je dirai plus tard qu'il n'y a pas lieu davantage d'admettre un *Bacillus puerperalis,* comme l'a proposé le Dr Engel à la suite d'une observation du Dr Spillmann, faite également à Nancy au mois de juin 1876.

» Qu'il me soit permis d'ajouter que, dans mes Communications con-

cernant les organismes microscopiques, je me suis abstenu généralement de donner des noms spécifiques à ceux de ces organismes que je pouvais croire nouveaux. Si cela était nécessaire, je ferais observer que les faits relatés par le Dr Feltz justifient cette réserve et montrent qu'il est toujours préférable de caractériser ces petits êtres par une ou plusieurs de leurs fonctions. Autant les dénominations spéciales sont utiles et commodes quand on les applique à des êtres bien connus, autant elles peuvent créer d'embarras et de confusion lorsqu'il s'agit d'organismes très-voisins par leurs formes et qui peuvent être très-dissemblables par leurs propriétés physiologiques. »

GÉOLOGIE. — *Blocs erratiques de la vallée du Lys* (*Haute-Garonne*). Note de M. **Gourdon**, présentée par M. Daubrée.

« Un Catalogue des blocs de cette vallée est joint à une Carte sur laquelle ont été marqués les blocs principaux. Cette Carte comprend la région inférieure de la vallée et remonte jusqu'à moitié de la hauteur des crêtes qui l'entourent. Les montagnes qui circonscrivent la vallée ont en général des pentes rapides; aussi les blocs ont glissé dans les parties basses : seul le plateau de l'Esponne, entre les ruisseaux d'Escaran et de Soucous, en a conservé une certaine quantité. Tous sont granitiques.

» Les dépôts de la vallée du Lys ont cela de particulier qu'ils ont été formés dans un cirque complet et que les blocs ne sont point répartis d'après des lignes transversales, comme dans la vallée voisine de l'Arboust. Ici pas de traces de barrages morainiques; il faut descendre dans la vallée de la Pique pour retrouver cette forme de dépôts.

» Le plus gros bloc, trouvé un peu au-dessous de la cascade Richard, mesure 175 mètres cubes; les bûcherons ont construit une cabane contre une de ses parois. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Salénidées du terrain jurassique de la France.* Note de M. **Cotteau**, présentée par M. Hébert.

« La famille des *Salénidées* constitue un petit groupe d'Échinides parfaitement caractérisé par la présence, au milieu de l'appareil apical, d'une ou plusieurs plaques suranales qui rejettent le périprocte, soit directement en arrière, soit à droite. Elle se compose de six genres : *Acrosalenia* Agassiz,

Pseudosalenia Cotteau, *Heterosalenia* Cotteau, *Peltastes* Agassiz, *Goniophorus* Agassiz et *Salenia* Gray.

» Le genre *Acrosalenia*, le plus nombreux en espèces et le plus ancien, parcourt presque toute la série des étages jurassiques; il commence à se montrer dans l'étage bajocien, atteint son maximum de développement à l'époque bathonienne, devient plus rare dans les étages supérieurs, et disparaît après avoir laissé une dernière espèce dans les couches inférieures du terrain crétacé.

» Le genre *Pseudosalenia* appartient exclusivement au terrain jurassique supérieur et ne renferme qu'un très-petit nombre d'espèces.

» Le genre *Heterosalenia* est crétacé et n'est connu que par une seule espèce fort rare.

» Le genre *Peltastes* fait son apparition à la fin de la période jurassique; il atteint son maximum dans les étages inférieurs et moyens du terrain crétacé, et disparaît avec les étages supérieurs.

» Le genre *Goniophorus*, dont on ne connaît qu'une seule espèce, caractérise le terrain crétacé moyen (étage cénomanien).

» Le genre *Salenia*, inconnu à l'époque jurassique, se montre pour la première fois au commencement du terrain crétacé et abonde surtout dans les couches supérieures (étage sénonien); il est représenté par une espèce dans le terrain tertiaire et une espèce à l'époque actuelle, *Salenia varispina* A. Agassiz, découverte il y a quelques années par M. Pourtalès dans les mers de la Floride.

» Le terrain jurassique de la France nous a offert dix-neuf espèces de *Salénidées*, dont nous donnons la description et les figures dans la *Paléontologie française* :

» Deux espèces proviennent de l'étage bajocien *A. spinosa* Ag. et *A. Gauthieri* Cott. La première se retrouve dans les étages bathonien et callovien; la seconde est propre à l'étage.

» L'étage bathonien renferme dix espèces : *A. spinosa* Ag., *Lycetti* Wright, *Loweana* Wright, *pentagona* Cott., *hemicidaroides* Wright, *Berthelini* Cott., *Lamarcki* Wright, *Lapparenti* Cott., *Pseudodecorata* Cott. et *Marioni* Cott. La première, *A. spinosa*, a déjà été signalée dans l'étage bajocien, et on la retrouve encore dans l'étage callovien. La dernière, *A. Marioni*, appartient à la fois à l'étage bathonien et à l'étage oxfordien inférieur. Restent huit espèces exclusivement propres à l'étage.

» Trois espèces ont été recueillies dans l'étage callovien : *A. spinosa* Ag., qui existait déjà aux deux époques précédentes, *A. radians* Ag.,

spéciale à l'étage, et *A. angularis* Ag., qui se montre pour la première fois, et qu'on voit reparaître plus haut dans les étages corallien et kimméridgien.

» Deux espèces font partie de l'étage oxfordien, l'*A. Marioni* Cott., indiquée dans l'étage bathonien, et l'*A. Girouxi* Etallon, spéciale à l'étage.

» L'étage corallien renferme trois espèces : *A. Marcoui* Cott., qui lui est propre, *A. angularis* Ag., déjà signalée dans l'étage callovien, et *Pseudosalenia aspera* Etall., qui remonte dans l'étage kimméridgien.

» Trois espèces également ont été rencontrées dans l'étage kimméridgien : *A. angularis* Ag., et *Pseudosal. aspera* Etall., qui existaient déjà aux époques précédentes, et *Peltastes Valleti* de Loriol, spéciale à l'étage.

» Deux espèces, *A. Lamberti* Cott. et *A. Boloniensis* Cott., appartiennent à l'étage portlandien et n'en franchissent pas les limites.

» En résumé, sur les dix-neuf espèces de *Salénidées* que nous a fournies le terrain jurassique de la France, quinze sont propres aux différents étages dans lesquels on les rencontre et peuvent être considérées comme essentiellement caractéristiques. Quatre espèces seulement, *A. spinosa* Ag., *A. Marioni* Cott., *A. angularis* Ag. et *Pseudosal. aspera* Etall., passent d'un terrain dans un autre, et encore ces passages ont-ils lieu presque toujours entre des étages immédiatement en contact, par exemple entre les étages bajocien et bathonien pour l'*A. spinosa*, entre les étages corallien et kimméridgien pour l'*A. angularis* et le *Pseudosal. aspera*. Nous ne connaissons jusqu'ici aucune espèce de *Salénidées* qui soit commune au terrain jurassique inférieur et au terrain jurassique supérieur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Chute de météorites qui a eu lieu le* 10 *mai* 1879 *dans le comté d'Emmet* (*État d'Iowa*). (Extrait d'une Lettre de M. G. **Hinrichs** à M. Daubrée.)

« Le grand météore détonant du 10 mai 1879 nous a donné deux grandes météorites *syssidères*, avec beaucoup d'augite ayant des surfaces de clivage très-larges et avec olivine transparente. L'orbite du météore était S.S.O.-E.N.E; les détonations étaient très-violentes. Jusqu'à présent, on a trouvé deux météorites dans le comté d'Emmet (État d'Iowa), la plus grande du poids de 210 kilogrammes, la plus petite du poids de 70 kilogrammes; la plus grosse est plus avancée vers l'aval que la plus petite. »

M. **Daubrée**, à la suite de la Communication précédente, ajoute que cette nouvelle chute appartient à la région des États-Unis, que M. Lawrence Smith a récemment signalée comme ayant été, pendant les dernières années, tout à fait privilégiée par le nombre des chutes de météorites, ainsi que par le poids des masses recueillies.

M. **Chasles** présente à l'Académie les livraisons de janvier, février et mars 1879 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* de M. le prince Boncompagni. Ces trois livraisons sont consacrées à un Mémoire de M. Antonio Favaro, professeur de l'Université de Padoue, *Sur la vie et les Ouvrages de Prosdocimo de Beldomandi, mathématicien de Padoue au* xve *siècle*.

La livraison de février renferme aussi une Table fort étendue (p. 75-114) des publications scientifiques récentes, en toutes langues.

M. **Hébert**, en offrant à l'Académie, de la part de M. *Capellini*, professeur de Géologie à l'Université de Bologne, un Mémoire « Sur les couches à congéries, etc., des environs d'Ancône », rappelle que l'on doit déjà au même observateur la découverte des mêmes couches en Toscane et aux environs de Bologne.

» M. Capellini a pu se rendre compte des rapports de cet horizon géologique soit avec la série miocène, soit avec le terrain pliocène, et il n'hésite pas à le considérer comme miocène. Il arrive, en outre, à cette conclusion que le terrain miocène peut être nettement séparé du pliocène, et qu'il n'y a pas lieu d'admettre un groupe intermédiaire, le groupe *miopliocène*. Il y a longtemps que dans mon enseignement j'exprime les mêmes opinions. La grande différence que présentent dans leurs circonscriptions les dernières mers miocènes, qui se sont étendues sur une grande partie de l'Europe orientale, et la mer pliocène, qui n'a dépassé que de bien peu les limites des mers actuelles, le changement considérable qui se produit alors dans la faune, l'extinction du *Dinotherium*, de l'*Hipporion*, etc., et beaucoup d'autres faits dans le détail desquels il serait trop long d'entrer en ce moment, toutes ces considérations démontrent que l'opinion à laquelle M. Capellini est arrivé par ses études sur l'Italie centrale est parfaitement fondée. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1879.

(suite.)

Acoustique et optique des salles de réunion; par M. Th. Lachèze. Paris, chez l'auteur, n° 113, rue Lafayette, 1879; in-8°. (Présenté par M. Janssen).

Het Bataviaasch genootschap van Kunsten en Wetenschappen gedurende de eerste eeuw van zijn bestaan 1778-1888, *Gedenkboek ;* Deel I. Batavia, Ernst et C°, sans date ; in-4°.

On some points in the theory of the infinite and of infinitesimals ; by Robert Moon. London, Taylor and Francis, 1879 ; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

The quarterly Journal of the geological Society ; vol. XXXV, Part II, n° 138. London, Longmans and C°, 1879; in-8°.

Reports on the dredging operations of the U.-S. Coast Survey Str. « Blake » Report on hydroida; *by* S.-F. Clarke. Cambridge, 1879; br. in-8°.

Organon of Science. Three books in one volume; by J. Harrisson Stinson. Eureka (California), Ayres, Book and Job, printers, 1879; in-12. (Six exemplaires.)

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im jahre 1878. *Auf offentliche Koste,* herausgegeben von C. Hornstein. Prag, 1879; in-4°.

Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn; XV Band, I, II, XVI Band. Brünn, 1878; 3 vol. in-8°.

Atlas graphique et statistique du commerce de la France avec les pays étrangers pour les principales marchandises pendant les années 1859 à 1875, *publié par ordre de* M. Teisserenc de Bort, *Sénateur, Ministre de l'Agriculture et du Commerce, par* M. F. Bonnange. Paris, J. Baudry, 1878; in-folio. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Les Écoles de Toul depuis 1790; *par* M. Husson. Toul, impr. Lemaire, 1877; br. in-8°.

Toul au point de vue municipal pendant la période 1790-1815; *par* M. N. Husson. Toul, impr. Lemaire, 1879; br. in-8°.

Statistique médicale et Hygiène. Éléments de la population dans la ville de Toul; par M. Husson. Toul, impr. Lemaire, 1878; br. in-8°. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Recherches anatomiques et mathématiques sur les lois des variations du volume du cerveau, etc.; par M. le Dr G. Le Bon. Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie.*) (Renvoi au Concours de Statistique.)

Transmission des forces extérieures au travers des corps solides; par M. A. Léger. Paris, Capiomont et Renault, 1879; br. in-8°.

Constitution moléculaire des corps trempés; par M. A. Léger. Lyon, impr. Storck, 1877; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Mécanique.)

Résistance des matériaux. Résistance des voûtes et arcs métalliques employés dans la construction des ponts; par M. Gros de Perrodil. 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Dalmont.)

De l'anémie des mineurs, dite d'Anzin; par M. le Dr A. Manouvriez. Valenciennes, G. Giard, 1878; in-8°.

Maladies et hygiène des ouvriers travaillant à la fabrication des agglomérés de houille et de brai; par M. le Dr A. Manouvriez. Paris, J.-B. Baillière, 1876-1877; br. in-8°. (Renvoi au Concours Barbier.)

Étude médico-légale sur les testaments contestés pour cause de folie; par M. le Dr Legrand du Saulle. Paris, V. A. Delahaye, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Chaussier.)

Les vagues et le roulis. Les qualités nautiques des navires; par M. L.-E. Bertin. Paris, Berger-Levrault, 1877; in-8°.

Note sur la résistance des carènes dans le roulis des navires et sur les qualités nautiques; par M. L.-E. Bertin. Paris, Impr. nationale; in-4°. (Extrait du t. XXII des *Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.*)

Observations de roulis et de tangage faites avec l'oscillographe double à bord de divers bâtiments; par M. L.-E. Bertin. Paris, Impr. nationale, 1879; in-4°. (Extrait du t. XXVI des *Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.*) (Renvoi au Concours du prix extraordinaire de 6000 francs.)

Étude sur les alcalins. De leur action physiologique, etc.; par le Dr L. Souligoux. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité élémentaire d'ophthalmologie; par le Dr A. Sichel fils; t. I: *Maladies du globe oculaire.* Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur l'intoxication purulente; par le Dr J. Guérin. Paris, G. Masson, 1879; in-8°.

Pansement des plaies par l'occlusion pneumatique; par le Dr J. Guérin. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches cliniques sur la diphthérie et de son traitement en particulier; par F. Bouffé. Paris, Berthier, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De quelques phénomènes consécutifs aux contusions des troncs nerveux et à des lésions diverses des branches nerveuses digitales; par le Dr J. Ch. Avezou. Paris, aux Bureaux du *Progrès médical* et chez A. Delahaye, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juin 1879.

Examen critique d'un écrit posthume de Claude Bernard sur la fermentation; par M. Pasteur. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par M. A. Grandidier. Vol. XII: *Histoire naturelle des Oiseaux, par* MM. Alph.-Milne Edwards et Alf. Grandidier; t. I, texte, Ire Partie, 6e fascicule; t. II, Atlas I, IIe Partie, 5e fascicule; t. III, Atlas II, Ire Partie, 5e fascicule, IIe Partie. Paris, Imprimerie nationale, 1878-1879; 3 vol. in-4°.

Sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg; 1686, 1739 à 1743, 1758. Notes et Plans publiés par M. A. de Caligny et M. L.-E. Bertin. Paris, Dunod et Dumoulin, 1879; in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Ch. Rouget. Paris, G. Masson, 1879; in-4°.

Sur le planimètre polaire de M. *Amsler ; par* M. C.-A. LAISANT. Bruxelles, F. Hayez, 1879. (Deux exemplaires.)

Sur la cinématique du plan ; par M. A. LAISANT. Paris, impr. Chaix, 1878; br. in-8°.

Un petit paradoxe ; par M. J. PLATEAU. Bruxelles, impr. Hayez; opuscule in-8°.

Nouvelles applications de l'énergie potentielle des surfaces liquides ; par M. G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, F. Hayez, 1879; opuscule in-8°.

Les eaux minérales d'Auvergne ; par M. le Dr BOUCOMONT. Paris, A. Delahaye, 1879; in-18.

Annuaire des courants de marée de la Manche pour l'an 1879 ; *par* M. GAUSSIN. Paris, Impr. nationale, 1879; in-18. (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI. T. XII, gennaio, febbraio, marzo 1879. Roma, 1879; 3 livr. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulle oscillazioni, equilibrio dinamico e prove delle travi metalliche, con un appendice sulla chiodatura de' pezzi per collegamento ; per l'Ing. A. BAJO. Napoli, A. Trani, 1878 ; in-8°.

Balenottera fossile delle Colombaie presso Volterra. Nota del Prof. G. CAPELLINI. Roma, Salviucci, 1879 ; in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Breccia ossifera della caverna di Santa Teresa nel lato orientale del golfo di Spezia. Memoria del Prof. G. CAPELLINI. Bologna, tip. Parmeggiani, 1879; in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXV. 1877-78. Serie terza: *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali ;* vol. II, disp. prima-seconda. Roma, Salviucci, 1878 ; 2 vol. in-4°.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino ; serie seconda, t. XXX. Torino, Stamp. reale, 1878 ; in-4°.

Trusses and arches analyzed and discussed by graphical methods ; by CH. E. GREENE. Part II : *Bridge-Trusses.* New-York, John Wiley and sons, 1879 ; in-8° relié.

On the bodily tides of viscous and semi-elastic spheroids, and on the ocean tides upon a yielding nucleus; by G.-H. Darwin. London, Harrison and sons, 1878 ; in-4°. (Deux exemplaires.)

Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; Dreiundzwanzigster Band vom Jahre 1878. Göttingen, 1878 ; in-4°.